

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平 11-504950

(43) 公表日 平成11年(1999)5月11日

| | | |
|--------------------|-------|----------------------|
| (51) Int. Cl. ° | 識別記号 | F I |
| C 0 8 J 9/28 | C E P | C 0 8 J 9/28 C E P |
| B 2 9 C 39/02 | | B 2 9 C 39/02 |
| 44/00 | | 67/20 F |
| 67/20 | | C 0 8 J 3/20 C E P B |
| C 0 8 J 3/20 C E P | | A 4 7 G 19/00 A |
| 審査請求 未請求 予備審査請求 | 有 | (全 2 8 5 頁) 最終頁に続く |

(21) 出願番号 特願平8-513894
 (86) (22) 出願日 平成7年(1995)9月12日
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997)4月18日
 (86) 国際出願番号 PCT/US95/11621
 (87) 国際公開番号 W096/12606
 (87) 国際公開日 平成8年(1996)5月2日
 (31) 優先権主張番号 08/327, 524
 (32) 優先日 1994年10月21日
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)
 (31) 優先権主張番号 08/353, 543
 (32) 優先日 1994年12月9日
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

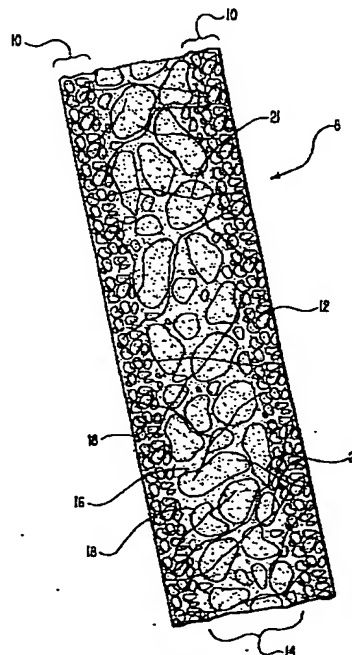
(71) 出願人 イー カショーギ インダストリーズ エルエルシー
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 931
 09 サンタバーバラ ミラモンテ ドライ
 ヴ 800
 (72) 発明者 アンデルセン パー ジャスト
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 931
 05 サンタバーバラ セント ジェームス
 ドライヴ 2221
 (74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外6名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発泡澱粉組成物、製品及び方法

(57) 【要約】

実質的に均一に分散した繊維で強化された澱粉結合した細胞マトリックスを有する、特に容器及びパッキング材料のような製品、及びこれらの製品を製造する方法。金型から取り外された後即座に、又は短時間で、その後のコンディショニング工程を行うことなく適当な柔軟性及び靱性が得られる高強度の製品が、澱粉系バインダー及び繊維を含む混合物から成型される。ここで該繊維は澱粉系混合物内の高降伏応力を持つ流体成分により均一に分散されている。二段階混合工程では、水中の澱粉系バインダーの一部又は他の濃化剤をゲル化し、高降伏応力を有し繊維が実質的に均一に分散された液体相を形成することによりプリブレンド混合物が作られる。この繊維の平均長は約2mmでそのアスペクト比は少なくとも約25:1であることが好ましい。残りの澱粉系バインダー、水、並びに、金型離型剤、無機物充填材、レオロジー調整剤、可塑剤、統合コーティング又はシーリング材料、及び分散剤のような他の所望する混合剤がプリブレンド混合物に加えられ、成型可能な澱粉系混合物が形成される。次いでこの澱粉系混合物は加熱した金型の間で成型



第2図

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

1. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスはゲル化した澱粉系バインダー及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維のアスペクト比は約25:1以上で、その濃度は細胞マトリックスに対して約2重量%から約80重量%までの範囲にあり、該細胞マトリックスの曲げ強度は約0.5MPa以上で、その引っ張り強度は約0.5MPa以上で、またその破損エネルギーは約100J/m²以上の範囲であることを特徴とする工業製品。

2. 繊維強化し、無機物充填した、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは、ゲル化した澱粉系バインダー、該細胞マトリックスに対して約2重量%から約80重量%までの範囲の濃度の無機骨材充填材、及び該マトリックス内で実質的に均一に分散し、平均長が約2mmから約25mmまでの範囲にあり、アスペクト比は約25:1以上で、濃度は細胞マトリックスに対して約2体積%から約80体積%までの範囲の繊維を含むことを特徴とする工業製品。

3. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスはゲル化した澱粉系バインダー及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維のアスペクト比は

約25:1以上で、その濃度は細胞マトリックスに対して約2重量%から約80重量%までの範囲にあり、該細胞マトリックスの曲げ強度は約2MPa以上で、その引っ張り強度は約1.5MPa以上で、またその破損エネルギーは約500J/m²以上の範囲であることを特徴とする工業製品。

4. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスはゲル化した澱粉系バインダー及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維のアスペクト比は約25:1以上で、その濃度は細胞マトリックスに対して約2重量%から約80重量%までの範囲にあり、また、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した曲げ強度は約5MPa以上で、その澱粉系バインダー成分重量比で規格化

した引っ張り強度は約3MPa以上で、その澱粉系バインダー成分重量比で規格化した破損エネルギーは約2000J/m²以上であることを特徴とする工業製品。

5. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは別のコンディショニング工程を必要とすることなく形成されることを特徴とする工業製品。

6. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細

胞マトリックスは約5重量%以下の合成プラスチックを含むことを特徴とする工業製品。

7. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは約2重量%以下の合成プラスチックを含むことを特徴とする工業製品。

8. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは合成プラスチックを含まないことを特徴とする工業製品。

9. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの曲げ強度は約1MPa以上であることを特徴とする工業製品。

10. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの曲げ強度は約2MPa以上であることを特徴とする工業製品。

11. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリ

ックスの引っ張り強度は約0.75MPa以上であることを特徴とする工業製品。

12. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの引っ張り強度は約1MPa以上であることを特徴とする工業製品。

13. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの破損エネルギーは約 300J/m^2 以上であることを特徴とする工業製品。

14. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの破損エネルギーは約 600J/m^2 以上であることを特徴とする工業製品。

15. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、密度で規格化した曲げ強度は約 $0.5\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ から約 $60\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

16. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、密度で規格化した曲げ強度は約 $1\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ から約 $40\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

17. 請求項1、2又は3項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、密度で規格化した曲げ強度は約 $2\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ から約 $20\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

18. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、密度で規格化した引っ張り強度は約 $0.5\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ から約 $30\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

19. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、密度で規格化した引っ張り強度は約 $0.75\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ から約 $20\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

20. 請求項1又は2項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリ

ックスの、密度で規格化した引っ張り強度は約1MPa/(g/cm³)から約12MPa/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

21. 請求項1、2又は3項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、密度で規格化した破損エネルギーは約1000(J/m²)/(g/cm³)から約10,000(J/m²)/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

22. 請求項1、2又は3項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、密度で規格化した破損エネルギーは約2000(J/m²)/(g/cm³)から約7500(J/m²)/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

23. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、密度で規格化した破損エネルギーは約3000(J/m²)/(g/cm³)から約5000(J/m²)/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

24. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化し

た曲げ強度は約5MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)から約100MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

25. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した曲げ強度は約10MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)から約75MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

26. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した曲げ強度は約20MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)から約60MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

品。

27. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した引っ張り強度は約3MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)から約50MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

28. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した引っ張り強度は約4MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)から約30MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

29. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した引っ張り強度は約5MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)から約20MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

30. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した破損エネルギーは約2000(J/m²)/(澱粉系バインダー成分重量比)から約30,000(J/m²)/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

31. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した破損エネルギーは約3000(J/m²)/(澱粉系バインダー成分

重量比)から約15,000(J/m²)/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

32. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリ

ックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した破損エネルギーは約 $5000 \text{ (J/m}^2\text{) / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ から約 $10,000 \text{ (J/m}^2\text{) / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

33. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品の破損前歪みは約1%から約15%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

34. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品の破損前歪みは約1%から約10%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

35. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品の破損前歪みは約1%から約5%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

36. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの密度は約 0.05 g/cm^3 から約 1 g/cm^3 までの範囲であることを特徴とする工業製品。

37. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの密度は約 0.1 g/cm^3 から約 0.5 g/cm^3 までの範囲であることを特徴とする工業製品。

38. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスの密度は約 0.15 g/cm^3 から約 0.25 g/cm^3 までの範囲であることを特徴とする工業製品。

39. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは、ある密度を有する外部被膜層及び該外部被膜層の密度より著しく低い密度を有する内部発泡部からなるラミネート構造を含むことを特徴とする工業製品。

40. 請求項39項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層はピンホールをほとんど含まないことを特徴と

する工業製品。

41. 請求項39項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層内の湿気を通すのに十分な大きさのピンホール
の断面積は外部被膜層断面積の約15%よりも小さいことを特徴とする工業製品。

42. 請求項39項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層内の湿気を通すのに十分な大きさのピンホール
の断面積は外部被膜層断面積の約10%よりも小さいことを特徴とする工業製品。

43. 請求項39項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層内の湿気を通すのに十分な大きさのピンホール
の断面積は外部被膜層断面積の約5%よりも小さいことを特徴とする工業製品。

44. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは非化工澱粉を含むことを特徴とする工業製品。

45. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱

粉系バインダーはジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする工業製品。

46. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする工業製品。

47. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする工業製品。

48. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約35%以下であることを特徴とする工業製品。

49. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリ

ックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする工業製品。

50. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱

粉系バインダーは化工澱粉を含むことを特徴とする工業製品。

51. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、エステル化、エーテル化、酸化、酸性加水分解、架橋、及び酵素変換からなるグループから選択された一工程により化工された澱粉を含むことを特徴とする工業製品。

52. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーの濃度は該細胞マトリックスに対し約10重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

53. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーの濃度は該細胞マトリックスに対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

54. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーの濃度は該細胞マトリックスに対し約40重

量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

55. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は天然有機繊維を含むことを特徴とする工業製品。

56. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維はセルロース繊維を含むことを特徴とする工業製品。

57. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は、樹木葉、茎、包葉、殻、及び果実からなるグループから選択された少なくとも一つの繊維源から誘導されたものであることを特徴とする工業製品。

58. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は、アサ、綿、サイザルアサ、マニラアサ、及びバガスからなるグループから選択された一つの繊維源から誘導されたものであることを特徴とする工業製品。

59. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維

は堅木から誘導されたものであることを特徴とする工業製品。

60. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は軟木から誘導されたものであることを特徴とする工業製品。

61. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は無機繊維を含むことを特徴とする工業製品。

62. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は、ガラス、グラファイト、シリカ、セラミック、及び金属からなるグループから選択された一つの方法から誘導されたものであることを特徴とする工業製品。

63. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は再生紙繊維を含むことを特徴とする工業製品。

64. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の濃度は細胞マトリックスに対し約4重量%から約40重

量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

65. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の濃度は細胞マトリックスに対し約5重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

66. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約100:1であることを特徴とする工業製品。

67. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約250:1であることを特徴とする工業製品。

68. 請求項1、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は約0.3mmから2mmまでの範囲であることを特徴とする工業製品。

69. 請求項1、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は少なくとも約2mmであることを特徴とする工業製

品。

70. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする工業製品。

71. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする工業製品。

72. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、さらに無機骨材充填材を含むことを特徴とする工業製品。

73. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は炭酸カルシウムを含むことを特徴とする

工業製品。

74. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は、砂、砂利、岩、石灰岩、砂岩、ガラスビーズ、マイカ、粘土、カオリン、合成粘土、アルミナ、シリカ、フライアッシュ、融解石英、薄層アルミナ、ミクロスフェア、二水和硫

酸カルシウム、アルミ酸カルシウム、水和水硬セメント粒子、及び未水和水硬セメント粒子からなるグループから選択されることを特徴とする工業製品。

75. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は、パーライト、蛭石、中空ガラス球、エーロゲル、キセロゲル、多孔セラミック球、ゾノトラ石、軽量膨張粘土、軽石、及び剥離された岩からなるグループから選択されることを特徴とする工業製品。

76. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は細胞マトリックスに対し約20重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

77. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は細胞マトリックスに対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

78. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は細胞マトリックスに対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

79. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.1\text{m}^2/\text{g}$ から約 $400\text{m}^2/\text{g}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

80. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.15\text{m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{m}^2/\text{g}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

81. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する

工業製品であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.2\text{m}^2/\text{g}$ から約 $2\text{m}^2/\text{g}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

82. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.5から約0.9までの範囲であることを特徴とする工業製品。

83. 請求項72項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.6から約0.8までの範囲であることを特徴とする工業製品。

84. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスはさらに湿潤剤を含むことを特徴とする工業製品。

85. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、さらに該製品の表面にコーティングを有することを特徴とする工業製品。

86. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングは該製品をより耐水性にすることを特徴とする工業製品。

87. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングは該製品をより耐油性にすることを特徴とする工業製品。

88. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはワックスを含むことを特徴とする工業製品。

89. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングは

ポリエチレンを含むことを特徴とする工業製品。

90. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する

工業製品であって、該コーティングはポリ乳酸を含むことを特徴とする工業製品。

91. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはセラックを含むことを特徴とする工業製品。

92. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはエチルセルロースを含むことを特徴とする工業製品。

93. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはポリビニールアルコールを含むことを特徴とする工業製品。

94. 請求項85項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはステアリン酸マグネシウムを含むことを特徴とする工業製品。

95. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細

胞マトリックスはさらに統合シーリング材料を含むことを特徴とする工業製品。

96. 請求項95項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該統合シーリング材料はポリビニールアルコールを含むことを特徴とする工業製品。

97. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は食料用又は飲料用容器を含むことを特徴とする工業製品。

98. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は水密性容器を含むことを特徴とする工業製品。

99. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は貝殻容器の形状を有することを特徴

とする工業製品。

100. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品はカートンの形状を有することを特徴とする工業製品。

101. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は箱の形状を有することを特徴とする工業製品。

102. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品はコップの形状を有することを特徴とする工業製品。

103. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は皿の形状を有することを特徴とする工業製品。

104. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は碗の形状を有することを特徴とする工業製品。

105. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は盆の形状を有することを特徴とする工業製品。

106. 細胞マトリックスを有する工業製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該混合物は澱粉系バインダー、水、濃化剤、及び繊維を含み、該水及び該濃化剤は降伏応力を有する流体成分を含むため、該繊維は該澱粉系混合物中を実質的に均一に分散し、該混合物は、該澱粉系バイン

ダーのゲル化及びそれに引き続いて行われる該澱粉系混合物からの少なくとも部分的水分の蒸発により該細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

107. 細胞マトリックスを有する工業製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該混合物は、ゲル化状態の第 1 の澱粉系バインダー成分、ゲル化

状態でない第2の澱粉系バインダー成分、水、及び平均アスペクト比が少なくも約25:1で濃度が該澱粉系混合物に対して約1重量%から約40重量%までの範囲にある繊維を含み、該水及び該第1の澱粉系バインダー成分は降伏応力を有する流体成分を含むため、該繊維は該澱粉系混合物中を実質的に均一に分散し、該混合物は、該第2の澱粉系バインダー成分のゲル化及びそれに引き続いて行われる該澱粉系混合物からの少なくも部分的水分の蒸発により該細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

108. 細胞マトリックスを有する工業製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該混合物は澱粉系バインダー、水、濃化剤、濃度が該澱粉系混合物に対し約20重量%から約80重量%までの範囲にある無機充填材、及び平均アスペクト比が少なくも約25:1で濃度が該澱粉系混合物に対して約1重量%から約40重量%までの範囲にある繊維を含み、該水及び該濃化剤は降伏応力を有する流体成分を含むため、該繊維は該澱粉系混合物中を実質的に均一に分散し、該

混合物は、該澱粉系バインダーのゲル化及びそれに引き続いて行われる該澱粉系混合物からの少なくも部分的水分の蒸発により該細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

109. 細胞マトリックスを有する工業製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該混合物は流体成分及びその中に分散された固体成分を含み、該流体成分は水、離型剤、及び該流体成分の降伏応力が約100Paから約500Paの範囲になるような濃度を有するゲル化した澱粉系バインダーを含み、該固体成分はゲル化していない澱粉系バインダー濃度が該澱粉系混合物に対して約5重量%から約50重量%までの範囲にある無機充填材、及び平均アスペクト比が少なくも約25:1で平均長が少なくも約2mmで濃度が該澱粉系混合物に対して約1重量%から約40重量%までの範囲にある繊維を含み、該ゲル化した澱粉系バインダー及び該ゲル化していない澱粉系バインダーの全濃度は該澱粉系混合物に対して約10重量%から約80重量%までの範囲にあり、該繊維は、該繊維が該澱粉系混合物中を実質的に均一に分散するような降伏応力を持つ該澱粉系混合物中を実質的に均一に分散しており、該混合物は、該ゲル化していない澱粉系バインダーのゲル化及びそ

れに引き続いて行われる該澱粉系混合物からの少なくとも部分的水分の蒸発により該細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

110. 細胞マトリックスを有する工業製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該混合物は、アミロース成分が約45%以下である澱粉系バインダー、水、濃化剤、及び繊維を含み、該水及び該濃化剤は降伏応力を有する流体成分を含むため、該繊維は該澱粉系混合物中を実質的に均一に分散し、該混合物は、該澱粉系バインダーのゲル化及びそれに引き続いて行われる該澱粉系混合物からの少なくとも部分的水分の蒸発により該細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

111. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約30重量%以上であることを特徴とする混合物。

112. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約50重量%以上であることを特徴とする混合物。

113. 請求項106、107、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の降伏応力が約10Paから約5000Paの範囲であることを特徴とする混合物。

114. 請求項106、107、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の降伏応力が約20Paから約2000Paの範囲であることを特徴とする混合物。

115. 請求項106、107、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の降伏応力が約50Paから約1000Paの範囲であることを特徴とする混合物。

116. 請求項106、107、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の降伏応力が約100Paから約500Paの範囲であることを特徴とする混合物。

117. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $1000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。
118. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $10 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $500 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。
119. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $30 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $200 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。
120. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合の降伏応力が約 250 Pa から約 4000 Pa の範囲であることを特徴とする混合物。
121. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合の降伏応力が約 500 Pa から約 3000 Pa の範囲であることを特徴とする混合物。
122. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合の降伏応力が約 1000 Pa から約 2000 Pa の範囲であることを特徴とする混合物。
123. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $50 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $2000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。
124. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $100 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $1000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。
125. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $300 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $600 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。

126. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーは非加工澱粉を含むことを特徴とする混合物。

127. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーはジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする混合物。

128. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーは蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする混合物。

129. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の
繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーは加工澱粉を含むことを特徴とする混合物。

130. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーは、エステル化、エーテル化、酸化、酸性加水分解、架橋、及び酵素変換からなるグループから選択された一工程により加工された澱粉を含むことを特徴とする混合物。

131. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーの少なくとも一部分はゲル化されていないことを特徴とする混合物。

132. 請求項106、107、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対して約5重量%から約50重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

133. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対して約10重量%から約40重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

134. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の
繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対して約15重量%から約30重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物

- 。
135. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対して約10重量%から約80重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。
136. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対して約30重量%から約70重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。
137. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対して約40重量%から約60重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。
138. 請求項106、107、108、又は109項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする混合物。
139. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーの
アミロース成分は約35%以下であることを特徴とする混合物。
140. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする混合物。
141. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約15重量%から約80重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。
142. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約30重量%から約70重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。
143. 請求項106、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は実質的にゲル化した澱粉系バインダーを含むことを特徴とする混合物。

144. 請求項106、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤はセルロースエーテルを含むことを特徴とする混合物。

145. 請求項144項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該セルロースエーテルは、メチルヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシメチルエチルセルロース、カルボキシルメチルセルロース、メチルセルロース、エチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシエチルプロピルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

146. 請求項106、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は多糖類又は多糖類誘導体を含むことを特徴とする混合物。

147. 請求項146項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該多糖類又は多糖類誘導体は、アルギン酸、藻膠質、寒天、アラビアゴム、グアーガム、ロッカスティビンゴム、カラヤゴム、キササンゴム、トラガカントゴム、及びこれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

148. 請求項106、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は蛋白質又は蛋白質誘導体を含むことを特徴とする混合物。

149. 請求項148項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該蛋白質又は蛋白質誘導体は、プロラミン、コラーゲン、ゼラチン、カゼイン、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

150. 請求項106、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は合成有機材料を含むことを特徴とする混合物。

151. 請求項150項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該合成有機材料は、ポリビニールピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリビニールアルコール、ポリビニールメチルエーテル、ポリアクリル酸、ポリアクリル酸塩、ポリビニールアクリル酸、ポリビニールアクリル酸塩、ポリアクリルアミド、酸化エチレン重合体、ポリ乳酸、ラテックス、及びそれらの混合物又は誘導体からなる

グループから選択されることを特徴とする混合物。

152. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は天然有機繊維を含むことを特徴とする混合物。

153. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維はセルロース繊維

を含むことを特徴とする混合物。

154. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は、樹木葉、茎、包葉、殻、及び果実からなるグループから選択された少なくとも一つの繊維から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

155. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は、アサ、綿、サイザルアサ、マニラアサ、及びバガスからなるグループから選択された一つの繊維源から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

156. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は堅木から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

157. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は軟木から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

158. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は無機繊維を含むことを特徴とする混合物。

159. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は、ガラス、グラファイト、シリカ、セラミック、及び金属からなるグループから選択された一つの材料から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

160. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は再生紙繊維を含むことを特徴とする混合物。

161. 請求項106又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維

維は該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

162. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物に対し約2重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

163. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物に対し約3重量%から約10重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

164. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約2重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

165. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約4重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

166. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約5重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

167. 請求項106又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約25:1であることを特徴とする混合物。

168. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約100:1であることを特徴とする混合物。

169. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の
繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約250:1であることを特徴とする混合物。

170. 請求項106、107、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は約0.3mmから2mmまでの範囲であることを特徴とする

混合物。

171. 請求項106、107、108、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は少なくとも約2mmであることを特徴とする混合物。

172. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする混合物。

173. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする混合物。

174. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに無機骨材充填材を含むことを特徴とする混合物。

175. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材は炭酸カルシウムを含むことを特

徴とする混合物。

176. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材は、砂、砂利、岩、石灰岩、砂岩、ガラスビーズ、マイカ、粘土、カオリン、合成粘土、アルミナ、シリカ、フライアッシュ、融解石英、薄層アルミナ、ミクロスフェア、二水和硫酸カルシウム、アルミ酸カルシウム、水和水硬セメント粒子、及び未水和水硬セメント粒子からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

177. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材は、パーライト、蛭石、中空ガラス球、エーロゲル、キセロゲル、多孔セラミック球、ゾノトラ石、軽量膨張粘土、軽石、及び剥離された岩からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

178. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約20重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

179. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充

填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

180. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

181. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.1\text{m}^2/\text{g}$ から約 $400\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。

182. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.15\text{m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。

183. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.2\text{m}^2/\text{g}$ から約 $2\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。

184. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.5から約0.9の範囲にあることを特徴とする混合物。

185. 請求項174項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の自然充填密度が約0.6から約0.8の範囲にあることを特徴とする混合物。

186. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに金型離型剤を含むことを特徴とする混合物。

187. 請求項186項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該金型離型剤は脂肪酸の塩を含むことを特徴とする混合物。

188. 請求項186項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該金型離型剤はステアリン酸マグネシウムを含むことを特徴とする混合物。

189. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに湿潤剤を含むことを特徴とする混合物。

190. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合

物であって、さらに分散剤を含むことを特徴とする混合物。

191. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに該澱粉系バインダーのゲル化を速める酵素を含むことを特徴とする混合物。

192. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに統合コーティング材料を含むことを特徴とする混合物。

193. 請求項192項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該統合コーティング材料は、澱粉系混合物を加熱した金型間で成型することにより形成した製品の表面に移動可能であることを特徴とする混合物。

194. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに統合シーリング材料を含むことを特徴とする混合物。

195. 請求項194項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該統合シーリング材料はポリビニールアルコールを含むことを特徴とする混合物。

196. 請求項106、107、108、109、又は110項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに可塑剤を含むことを特徴とする混合物。

197. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であ

って、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有することを特徴とする方法。

198. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程であって、取り外した製品にこの後大きなコンディショニング工程を必要としない

よう澱粉結合した細胞マトリックス内に十分な水分を残留させる工程とを有することを特徴とする方法。

199. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、及び繊維を共に混合してプリブレンド混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該プリブレンド混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

実質的にゲル化していない澱粉系バインダーを該プリブレンド混合物にブレンドし澱粉系混合物を形成する工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを十分にゲル化させ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程とを有することを特徴とする方法。

200. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方

法であって、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、

繊維、及び無機骨材を含む澱粉系混合物を供する工程であり、ここで、該繊維は該混合物中で実質的に均一に分散し且つ該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%の範囲の濃度を有し、該無機骨材は該澱粉系混合物に対し約20重量%から約80重量%の範囲の濃度を有し、さらに水及び濃化剤は、少なくとも10Paの降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

加熱したダイを用いて該澱粉系混合物を所望する形状の工業製品に形成する工程であって、ここで該澱粉系混合物を加熱することにより、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化し、少なくとも一部の水を蒸発により除去し、該澱粉系混合物の体積の正味の増加を生じさせる工程と、

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有することを特徴とする方法。

201. 請求項197、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、その後大きなコンディショニング工程を行わなくても形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

202. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造す

る方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に可塑剤を添加しなくても形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

203. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に対し約2重量%以上の可塑剤を該澱粉系混合物に添加しなくても形成された製品は適当な強度を有するこ

とを特徴とする方法。

204. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に対し約5重量%以上の可塑剤を該澱粉系混合物に添加しなくても形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

205. 請求項197、198、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は、まず、該水、濃化剤、及び繊維を用いて、該繊維が実質的に均一に分散したプリブレンド混合物を形成し、その後ゲル化していない澱粉系バインダーを該プリブレンド混合物に添加し澱粉系混合物を形成する工

程を含むことを特徴とする方法。

206. 請求項205項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤はゲル化していない澱粉系バインダーを含み、該プリブレンド混合物は、まずゲル化していない澱粉系バインダーのゲル化温度以上に流体成分を加熱し該流体成分の降伏応力を上昇させ、次いで該流体成分内に繊維を分散させて形成されることを特徴とする方法。

207. 請求項205項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤はゲル化していない澱粉系バインダーを含み、該プリブレンド混合物は、

(a) ゲル化していない澱粉系バインダー、水、及び繊維を混合してプレミックスを形成し、

(b) ゲル化していない澱粉系バインダーのゲル化温度以上に該プレミックスを加熱し該流体成分の降伏応力を上昇させ、

(c) 該流体成分内で繊維を分散させる、
ことにより形成されることを特徴とする方法。

208. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、さらに、該製品が金型か

ら取り出された後

製品にコーティングを施す工程を含むことを特徴とする方法。

209. 請求項208項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリビニールアルコールでコートされることを特徴とする方法。

210. 請求項208項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリ乳酸でコートされることを特徴とする方法。

211. 請求項208項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリエチレンでコートされることを特徴とする方法。

212. 請求項208項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はワックスでコートされることを特徴とする方法。

213. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に金型離型剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

214. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に統合コーティング材料を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

215. 請求項214項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該形成工程は該統合コーティング材料の融点以上に該製品の表面を加熱する工程を含むことを特徴とする方法。

216. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に統合シーリング材料を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

217. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細

胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に湿潤剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

218. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に可塑剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

219. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約140℃から約240℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

220. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約150℃から約220℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

221. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度が約170℃から約210℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

222. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度が約180℃から約200℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

223. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型は互いに温度の異なった雄金型及び雌金型を含むことを特徴とする方法。

224. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型は温度勾配を有し、該澱粉系混合物が金型にある間に到達する温度を変化させることを特徴とする方法。

225. 請求項224項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該温度勾配は金型の幅方向にあることを特徴とする方法。

226. 請求項224項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該温度勾配は金型の長さ方向にあることを特徴とする方法。

227. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該澱粉系混合物から十分な水分が除去され該製品の湿気が該細胞マトリックスに対し約2重量%から約6重量%までの範囲になったとき金型から除去されることを特徴とする方法。

228. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該澱粉系混合物から十分な水分が除去され該製品の湿気が該細胞マトリックスに対し約3

重量%から約4重量%までの範囲になったとき金型から除去されることを特徴とする方法。

229. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は、該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約20重量%から約80重量%までの範囲の無機骨材を該澱粉系混合物中で混合する工程を含むことを特徴とする方法。

230. 請求項229項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該無機骨材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

231. 請求項229項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該無機骨材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

232. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約1秒か

ら約15分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出されることを特徴とする方

法。

233. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約15秒から約5分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出されることを特徴とする方法。

234. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約30秒から約2分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出されることを特徴とする方法。

235. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約25：1以上であることを特徴とする方法。

236. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約100：1以上であることを特徴とする方法。

237. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約250：1以上であることを特徴とする方法。

238. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約2mmであることを特徴とする方法。

239. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする方法。

240. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする方法。

241. 請求項197、198、又は199項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マト

リックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

242. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約2重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

243. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約3重量%から約10重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

244. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は高剪断混合機を用いて行われることを特徴とする方法。

245. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程はパドル混合機を用いて行われることを特徴とする方法。

246. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造す

る方法であって、該混合工程はオーガ押し出し機を用いて行われることを特徴とする方法。

247. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分は濃化剤及び水を共にゲル化することにより形成されることを特徴とする方法。

248. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約10Paから約5000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

249. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞

胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約20Paから約2000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

250. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約50Paから約1000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

251. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造す

る方法であって、該流体成分の降伏応力は約100Paから約500Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

252. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約250Paから約4000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

253. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約500Paから約3000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

254. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約1000Paから約2000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

255. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程の工程時間は約30分以下であることを特徴とする方法。

256. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造す

る方法であって、該混合工程の工程時間は約15分以下であることを特徴とする方法。

257. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程の工程時間は

約5分以下であることを特徴とする方法。

258. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーは化工澱粉を含むことを特徴とする方法。

259. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーはジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする方法。

260. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーは蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする方法。

261. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強

化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする方法。

262. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約35%以下であることを特徴とする方法。

263. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする方法。

264. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約5重量%から約50重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

265. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約10重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

266. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約15重量%から約30重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

267. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤は化工澱粉を含むことを特徴とする方法。

268. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該製品に吸入力を加えることにより金型から取り外されることを特徴とする方法。

269. 請求項197、198、199、又は200項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、さらに、形成工程の前に該澱粉系混合物の真空を部分的に引き該澱粉系混合物から空気孔を除去する工程を有することを特徴とする方法。

270. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造するシステムであって、該システムは、

流体成分及びその中に分散した固体成分からなる澱粉系混合物を形成する混合手段であって、該流体成分は水及び濃化剤を含み、該固体成分はゲル化していない澱粉系バインダー及び平均アスペクト比が少なくとも約25:1で濃度が該澱粉系混合物に対して約1重量%から約40重量%までの範囲にある繊維を含み、また、該混合手段が該繊維を該澱粉系混合物中で実質的に均一に分散させるような降伏応力を有する流体成分を作る手段を備えた混合手段と、

該澱粉系混合物を工業製品の所望する形状に形成する成型手段であって、製品が十分な強度及び靱性を有するため製品が大きく変形せずに成型手段から取り出せるよう、該澱粉系混合物を加熱し、該澱粉系バインダーを十分にゲル化させ少なくとも一部の水を蒸発により除去する手段をさらに備えた成型手段と、

製品を大きく変形せずに成型手段から製品を取り出す手段とを備えたことを特徴とするシステム。

271. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程とを有する方法で形成されることを特徴とする製品。

272. 請求項270又は271項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造するシステムであって、該システムはさらに該製品にコーティングを施す手段を含むことを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】**発泡澱粉組成物、製品及び方法****発明の背景****1. 技術分野**

本発明は、繊維強化発泡細胞マトリックスを有する澱粉結合製品に製造し得る、均質に分散した繊維を有する澱粉系組成物を得るための改良組成物及び方法に関する。より具体的には、本発明は、本発明の澱粉系組成物内での繊維、とくに丈長繊維（すなわち、平均長約2mm以上を有するもの）の均質な分散を得るための高い降伏応力及び粘性を有する流体系の使用に関する。均質分散した繊維は、新規に形成された澱粉結合マトリックスを強化するので、成形製品は、発泡マトリックス内に十分な柔軟性保持のための十分量の遊離水が残存するにもかかわらず離型直後にも形状安定性及び損傷抵抗性を有し、従来の調整工程を行うことなく目的使用に際して強靱性を示す。さらに、良好に分散した繊維は、澱粉結合製品の最終的強度、靱性及び柔軟性を大いに向上させ、それによって小断面積でより高強度の製品の製造が可能になる。澱粉系組成物は、成形性の向上及び成形製品のコスト節減のために、任意に無機（又は天然鉱物）の骨材及び他の混和材料を含んでもよい。得られる製品は、より廉価であるが、従来の材料、例えば、紙、ガラス、金属、プラスチック、ポリスチレンフォーム又は他の有機結合材料から製造される製品よりも環境的に優れた手段で大量生産することができる。

2. 関連技術**A. 従来の材料**

現在、紙、ボール紙、プラスチック、ポリスチレン、ガラス、さらには金属など、膨大な量の材料が、多種多様な液体及び固体商品の保護、貯蔵、包装、流通又は輸送に使用する製品、例えば、容器、仕切／分離物、蓋、栓、缶及び他の包装材などの製品の製造に使用されている。容器及び他の包装材は、商品を環境的影響及び流通中の損傷、とくに気体、湿気、光、微生物、害虫、物理的衝撃、破壊力、振動、漏れ、こぼれなどから保護する。包装材にはまた、消費者への有用な又は販促的製品情報、例えば、製造地、内容、広告、使用説明、ブランド証明

及び価格などを印刷表示することができる。

従来の製造法による容器又は他の包装材（使い捨て容器を含む）は、ほとんどが紙、ボール紙、プラスチック、ポリスチレン、ガラス又は金属材料から作られている。毎年、1千億個以上のアルミ缶、何億本ものガラス瓶、何千トンもの紙及びプラスチックが、例えば、清涼飲料水、ジュース、加工食品、シリアル、穀粒及びビールなどの貯蔵及び流通に使用される。さらに、莫大な量の小売り商品が何らかの包装材を用いて販売又は流通される。アメリカ合衆国だけでも、主として樹木由来の木材パルプから作られる約550万トンもの紙を毎年包装材の生産のためのみで消費している。この膨大な消費は、それでも国内年間総紙生産量の約15%を占めるにすぎない。

近年、意識昂揚組織団体は、容器その他の製品製造のための従来材料（例えば、紙、ボール紙、プラスチック、ポリスチレン、ガラス又は金属）のどれが最も環境を害しているか、すなわちどれが環境的により「正しい」という議論をしている。こういう議論は、これら材料がそれぞれ固有な環境的弱点を有しているという点を見逃しがちである。ある一派は、特定の環境問題に焦点を当てて、ある特定の材料が他よりも優れていると主張し、一方では、知らずに（あるいは知りながらも）、別の、往々にしてもっと大きな問題の「環境にやさしい」はずのその材料との関連を無視したりする。実際は、議論はこれら材料の環境への害の多少を論ずるのではなく、次のような問いかけが必要であろう。つまり、現在使用のこれら材料がもたらす種々の環境問題の全て、でなければほとんど全てを解決するような代替材料の発見や開発ができないであろうかという問いである。

B. 代替材料

容器及び他の包装材などの多様な1回使用（主に使い捨て）製品のための紙、ボール紙、プラスチック、ポリスチレン、ガラス、及び金属の使用の環境への驚異的な影響についての近年の関心の高まり（それに政治的圧力の著しい高まりは言うに及ばず）によって、環境的に優れたあるいは改良された代替材料を見つけることが（当業者には以前から認識されていたが）緊急に要請されている。創造的代替材料の一つは、ワッフルやホットケーキのような焼いた可食シートから使い

捨て食品又は飲料用容器を製造するというものであつ

た。可食シートは、分解が容易な盛り皿、コーン（円錐型容器）及びコップに作ることができるが、その使用には多くの制限がある。可食シートは主として、水、小麦粉及び膨らし剤から作られ、加熱した金型間で成形されて焼かれたものである。焼き型からシートが容易に離れるように油脂がしばしば混合材料中に加えられる。しかし、これら油脂の酸化は可食シートに悪臭を生じ得る。物理的な点からは、可食シートは一般に脆くて碎けやすいので、従来材料から作られる製品のごく一部にしか代替使用できない。一般に、この本質的欠点のために、可食シートの断面積は従来材料から作られる同様な製品よりもかなり大きくなり、環境的又は経済的利点の全部とは言わないまでも、多くが打ち消されてしまう。さらに、過剰の湿気に曝されると、製品には容易にカビが生じるか使用前あるいは使用中に崩壊する可能性があることから、このような材料は代替物が望まれている多くの適用に不適である。

天然物で、豊富で、再生可能な資源である澱粉などの有機材料から製品を作る試みがなされてきた。例えば、製品が、澱粉、水及び離型剤の混合物から作られた。澱粉を含む混合物は、通常、加熱金型間で2～3分あるいはそれ以上で焼かれるが、この間に澱粉はゲル化、発泡して、成形した澱粉系混合物を所望の形の製品にほぼ完全に乾燥することによって硬化する。そのような製品は、比較的低密度で、一般に生物分解性である。

しかし、澱粉系製品の製造及び製品自体には多くの問題が

ある。そのような製品の製造には、現在、長い焼き時間、比較的高濃度の澱粉、高価な設備、時間のかかる「調整工程」又は正しい水分バランスを成形製品に与えるための合成ポリマーの添加、及び正しい水分バランスの保持に必要な被覆工程などが要求される。その結果、現在、澱粉系製品の製造は、単純に従来材料から製品を作る場合に比較して、はるかに高価につく。

さらに、そのような澱粉系製品は、極めて脆くて碎けやすく（すなわち、ほとんどの包装材料の必須の性質である破損エネルギー及び曲げ強度が不当に低い）

、とくに最初に離型された場合に脆弱で、その使用が限定される。離型したばかりの製品の著しい脆さの理由は、離型したばかりの製品の膨張による崩壊や破砕を防ぐためには澱粉系細胞マトリックス内の実質的に全ての遊離水を除去する必要があることである。これは、そのような製品の澱粉系細胞マトリックスが単に軟らかすぎて、加熱不十分の製品内に残存する気化遊離水によって細胞内に生じて持続している内部圧に耐えきれないことが原因となっている。一方、製品を加熱金型内にあまり長く残して過剰乾燥させると、カラメル化、収縮による破砕、澱粉材料の結合能破壊などが起こり得る。これらの懸念は、そのような澱粉系製品が極欠陥製品を生じることなく成形できる時間枠が減り、これは当然製造コストを上げることになる。さらにこれは、薄目の部分の過剰加熱を避けながら同時に製品の破壊防止のために厚目の部分から適当に水分除去することは不可能であることから、異なる断面厚を有

する製品の製造を事実上不可能にする。

離型したばかりの澱粉結合製品の柔軟性の向上及び脆弱性の低減のために、離型した澱粉系製品をさらに時間をかけて湿度及び温度をあげて曝して製品を低脆弱性にして強靱性を増強するために「調整」することが今日まで必要であった。この「調整工程」は処理条件によって異なるが、数分間、さらには数時間を要することも少なくなく、これによって製造工程にさらなる遅延をきたすことになる。さらに、調整した製品の澱粉系細胞マトリックス内の水分を臨界レベルに保持するため、あるいは製品を耐水性にするために、製品にコーティングを施す追加の処理工程が必要であった。

可食シートの場合と同様、そのような澱粉系製品もやはり、それから製造される製品の厚さや嵩を著しく増加させることなしには従来材料の必須の材料特性を（「調整」をしてさえ）満たすことができない（少なくとも2mm、通常は5mmの厚さが要求される）。当然、このように厚さが増せば、満足な製品形成に必要な材料の全体量は大きく増加する。また、そのような製品は、過剰な湿気に曝されると損傷されがちになり、湿気に関して臨界を有する。すなわち、水分が少なすぎると、製品は脆く壊れやすくなって目的用途に不適となり、水分が多すぎ

ると腐敗損傷する。その結果、糊持ちが悪くなる。さらに、そのような澱粉系製品は、通気不良、不適正な粘性及び降伏応力ならびに不当な流体力学によって、通常、粗劣な表面質を有する。この粗劣表面質は凸凹又は織地模様の製品を作ることでごまかされてきたが、凸凹金型は

また分離しがちになっている混合物の流体を改善するという目的にも合っている。

澱粉系材料に、繊維、通常は丈短繊維及び／又は低縦横比（すなわち、約25：1以下）の繊維を加える試みがなされてきた。しかし、そのような繊維は、得られる澱粉系製品に評価できるほどの強靱性の増強をもたらさなかった。さらに、通常の当業者は、丈長繊維（すなわち、平均長が約2mm以上）又は高縦横比の繊維（すなわち約25：1以上）を有する繊維の導入は澱粉系製品の力学的特性を向上させると期待したと思われるが、実際はその逆であった。通常、繊維の添加は、結果として、特性の改善をもたらすことなく、時には「より脆弱な」製品が得られるということが明らかになった。これは分散不良、凝集及び／又は出発組成物の澱粉系液体成分からの繊維の分離による。

繊維を適切に分散できない理由は、液体成分のレオロジー（とくに降伏応力）と、液体成分の繊維分散能、凝集、塊形成防止能及び液体からの繊維成分の分離防止能との相関関係に関する理解の欠如による。事実、繊維分散を向上させるには水分含量を増加するのが従来の教示である。よく知られた例は従来の木材紙製造で、これには99.5%までの水分を含む繊維スラリーが用いられる。しかし、多量の水を上記澱粉系材料に添加しても（場合によっては80%まで）、いずれの丈長の繊維においても適当な分散は得られなかった。さらに、繊維（丈短繊維においてさえ）の分散に必要なと思われた多量の水の含有は、形成される製品からの追加水の除去

に必要な余分の時間とエネルギーのために、製品の生産コストを増加させた。

最後に、材料コストを節減するために、少量の不活性無機充填材を澱粉系組成物中に導入する試みがなされた。しかし、そのような充填材の量が増すと成形製

品の力学的特性及び強度が大きく損なわれるために、僅少量（組成物の約10体積%以下）しか加えることができなかった。有意量の無機充填材を澱粉系組成物に加える試みは、今日まで、最低要求される力学的特性を満足するような構造的にしっかりした製品を得られずに失敗に終わっている。10%までの無機充填材の導入に成功したとしても、材料コスト及び製造効率の向上はほとんど期待できない。

一般に、産業界は、種々の使い捨て製品に使用できる大量生産の可能なより高度に無機充填された材料の開発を常に目指してきた。粘土、天然鉱物及び石材は、入手が容易で、非涸渇性で廉価な環境的に不活性の無機材料である。経済的及び環境的圧力、広範な研究及び長年提唱されてきたニーズにもかかわらず、紙、ボール紙、プラスチック、ポリスチレン、金属又は他の有機系製品の代替となる高度に無機充填された材料の経済的及び実用的生産のための技術が全く存在しなかった。

上記を鑑みて、必要とされているものは、容器及び他の製品の製造のための特別の材料として紙、ボール紙、金属、プラスチック、ポリスチレン又は他の有機材料に代わり得る新規の澱粉結合材料の組成物及びその製造法である。

大量の水を使用することなく上記澱粉系材料中の繊維の分散を向上させるための組成物及び方法が提供されれば、それは技術的に多大の進歩を意味する。そのような組成物及び方法によって、該容器又は他の製品の製造に使用する澱粉系材料中で繊維、とくに比較的丈長の繊維（すなわち、平均長が約2mm以上であるもの）及び／又は高縦横比（すなわち、少なくとも約25:1）の繊維がより均質に分散できれば、それはさらに意義ある技術的進歩である。

また、上記澱粉結合組成物が、比較的高濃度の無機骨材、とくに土壌と相和し、そこで普通に見出されるもので、かつ、それから製造される製品の構造的完全性及び望ましい力学的特性が維持できるような骨材充填材で満たされるとすれば、これもまた技術的進歩である。

そのような組成物及び方法が、紙、ボール紙、金属、ポリスチレン、プラスチック又は他の有機材料と同等の、さらには優れた特性を有する高度に無機充填さ

れた澱粉結合製品をもたらすとすれば、これは意義ある技術的進歩である。

そのような組成物及び方法が、要求される柔軟性又は靱性を得るための追加の高湿度の調整工程の必要なしに、容器及び他の製品の製造に利用可能であれば、これもまた技術的進歩である。

細胞マトリックスの乾燥又は外気から吸湿を防ぐために被覆を施す必要のないような澱粉結合製品をもたらす組成物及び方法が提供できれば、これもまた技術的進歩である。

既存の澱粉系製品に較べてより滑らかで、より均質な表

面を有する澱粉結合容器及び他の製品の製造のための組成物及び方法が提供できれば、これはさらなる技術的進歩である。

種々の断面厚を同一製品に有するような澱粉結合製品をもたらす組成物及び方法が提供できれば、これはまた進歩である。

紙、ボール紙、金属、ポリスチレン、プラスチック又は他の有機材料からの製品形成に現在使用されている既存の製造設備及び技術を用いてそのような製品が形成できれば、これもまた技術的進歩である。そのような組成物及び方法が、結果として、従来材料から形成される製品の製造で生じる付随的廃棄物生産をもたらさないとすれば、これもさらなる技術的進歩である。

そのような組成物及び方法が、処理時間の短縮及び初期設備投資の節減のために、(紙又は他の有機系材料の製造と比較して)製造工程中に除去さるべき水の使用を少なくできれば、これもまた技術的進歩である。

実用的な観点から、そのような組成物及び方法によって、紙、ボール紙、金属、プラスチック、ポリスチレン又は他の有機材料からの容器又は他の製品の既存の方法に匹敵するかより少ないコストで容器及び他の製品が製造できるとすれば、それは有意義な技術的進歩である。具体的には、紙、ボール紙、金属、プラスチック、ポリスチレン又は他の有機材料などの従来材料からの製品製造のために現在費やされるエネルギー、貴重な天然資源及び初期投入資本が、そのよ

うな材料によって節減できれば、これは技術的進歩である。

そのような組成物及び方法が、紙、ボール紙、ポリスチレン、プラスチック又は他の有機材料と比較して、同様の断面及び断熱性、強度、靱性など特定用途のための重要な力学的特性を有する容器及び他の製品をもたらすとすれば、さらにこれは有意義な技術的進歩である。

製造面では、そのような組成物及び方法が、製造開始から数分間で迅速に形成されて使用可能になるような高度に無機充填された澱粉結合製品の大量生産を可能にするとすれば、これは重要な進歩である。

従来法で製造された澱粉系材料と比較して、より優れた柔軟性、曲げ強度、靱性、成形性、大量生産性、製品安定性及び低環境障害性を有する高度に有機充填された澱粉結合製品の生産を可能にするような組成物及び方法が提供できれば、これは著しい技術的進歩である。

そのような組成物、方法及び製品をここに開示して、特許請求する。

発明の概要

本発明は、新規の澱粉系組成物及び実質的に均質分散した繊維を有する澱粉系組成物を得るための方法、ならびにそのような組成物から作られた発泡繊維強化澱粉系構造マトリックスを有する製品を目的としてなされたものである。本発明の澱粉系組成物は、繊維を、好ましくは高縦横比を有する丈長の繊維を、良好に分散して含むことを特徴とする。その

結果、繊維を実質的に均一な量、濃度又は分布で全結合マトリックスに含む製品が得られ、これによって、離型した直後又は短時間内に続いての調整工程の必要なしに最終強度、柔軟性、靱性及び他の重要特性の実質的に全てを有する多様な製品の製造が可能になる。均質に分散して繊維を有する組成物を得るために、疑似塑性すなわち近似ビンガム流体性（すなわち、適当に高い降伏応力を有する）を有する流体系を、混合機からの剪断力を繊維レベルに伝達するために使用する。

本発明の澱粉系組成物は、繊維の実質的に均質な分散を促進するために流体成分の降伏応力を上げるための濃化剤、非ゼラチン化澱粉系バインダー成分、水及び、任意に、無機骨材充填材、離型剤、内部コーティング材料、湿潤剤、可塑剤

、内部シール材料、着色染料、その他の混和材料を含む。濃化剤は、好ましくは予めゼラチン化した澱粉である。水は成形用混合物中に含まれ、成分を分散し、澱粉系バインダーをゲル化し、蒸発性発泡剤の役目をする。最終製品の澱粉結合細胞マトリックス内に残存する水はまた、内部柔軟性及び靱性を付与するために、製品の脆弱になりがちな構造の可塑化を容易にする。

本発明はまた、澱粉結合細胞構造マトリックスを有する製品に澱粉系組成物を成形するための改良法を教示する。一般に、成形工程には、澱粉系バインダーをゲル化して、水系溶媒を蒸発拡散させて、それによって発泡澱粉結合細胞マトリックスを作るために、成形用組成物を加熱したダイの間に形

成することが含まれる。

澱粉系組成物中によく拡散した高縦横比（すなわち、約25：1以上）の好ましくは丈長（すなわち、少なくとも約2mm）の繊維が、二つの重要な機能を有することが見出された。第一の、おそらく最も重要と思われる機能は、繊維が成形組成物の発泡ゲル化したばかりの澱粉結合マトリックスを強化するというもので、これによって成形された製品は金型から除去でき、一方、製品の構造中に適当な遊離水が保持されて澱粉結合マトリックスが可塑化される。したがって、今まで発泡澱粉系製品の製造で要求されてきた従来の調整、あるいは油脂、可塑剤又はコポリマーの添加をすることなく、離型したばかりの製品は離型直後又は短時間内に目的に応じた適正な靱性及び強度を有し得る。澱粉系マトリックス中に水分を再導入する調整工程なしでは、高発泡澱粉系製品は、相当量の丈短繊維（すなわち、平均長が0～1.5mmの繊維）を含有するものでさえ、通常は脆弱で目的使用に適さない。これは多くは繊維が適当に分散できないことによる。さらに、それでなければ離型したばかりの製品の細胞構造中に残存するはずの高度に圧縮された水蒸気の破壊性のために、そのような製品はそのような過剰乾燥なしではまず離型され得ない。従来の澱粉系細胞マトリックスは加熱成形工程によって生じる内部蓄積圧に耐えるほどに十分に強くなかった。

よく拡散した、好ましくは丈長で高縦横比を有する繊維を成形された製品内に含ませる他の重要な利点は、以前に作ら

れた澱粉系製品に較べて、最終成形製品の破損エネルギー、引っ張り強さ、曲げ強度、靱性、柔軟性及び他の関連特性の驚異的増強にある。この力学的特性の向上は、以前には成形製品の強度を著しく低下させた無機骨材を適当量導入した場合に、より著しい。ほぼ同じ断面厚又は容積で従来材料と同等又はより優れた性質を本発明の材料にもたらしめているのは、実質的に均質な繊維の分散である。これによって、厚壁の澱粉系対応物よりも優れた特性を有するより薄壁の製品を製造することが可能になり、これによって、嵩、コスト、成形時間及びそのような製品を製造するために使用する材料の環境障害が著しく低減される。さらに、成形時間の短縮及び従来必要とされた調整工程を除くことによって、人件費、時間及びエネルギーの面から製造コストが大幅に低減される。

好ましい成形用澱粉系組成物は二つのステップで形成される。第一ステップは、繊維(しばしば未分離繊維性材料又は繊維組織からなる)及び澱粉系バインダーの一部と水とを合わせて混合すること、繊維を適当に分散させるために十分な高降伏応力及び粘性の流体成分を有する「予めブレンドした」混合物を形成するために澱粉系バインダーをゲル化すること、及び予めブレンドした混合物に十分な剪断力を適用することによって繊維材料を分散させることからなる。予めブレンドした混合物中で用いる澱粉系バインダーは、予めゼラチン化したものか、予めブレンドした混合物の温度を使用される特定澱粉系バインダーのゲル化温度にまで上げること

によってその場でゲル化したもののいずれでもよい。第二ステップにおいて残りの組成物を予めブレンドした混合物に加えるが、これには、残りの未ゲル化澱粉系バインダー及び追加の水、さらに他の任意の成分、例えば、無機骨材充填材、離型剤、可塑剤、レオロジー調整剤、内部コーティング剤及び他の必要な混和材料が含まれる。しかし、繊維分散後は、より高い降伏応力の維持の重要性は少なくなる。事実、最終混合物の粘性及び降伏応力を下げると混合物の流体性が増し、成形工程が容易になることも多い。

別の実施態様では繊維は成形用澱粉系組成物内で一混合工程のみを用いて分散されるが、この場合、混合物全体の液体成分(例えば繊維、未ゲル化澱粉粒、無

機骨材などの固体を除く)の粘性及び降伏応力が繊維レベルでの所望の剪断力を与えるに十分に初めに大きいことを確認しなければならない。これは、例えば予めゼラチン化した澱粉系バインダー(又は他の同様の濃化剤)と未ゲル化澱粉系バインダーの双方を澱粉系組成物に初めに加えること、そして予めゼラチン化した澱粉又は濃化剤が混合物の液体成分の粘性及び降伏応力を適当な最低レベルにまで上げることによって達成できる。

澱粉系組成物全体への繊維の均質拡散能は主として混合物全体に相対する流体成分のレオロジーによって主として決定されることを理解することは重要である。事実、繊維や骨材などの固体成分の混合物への添加は、混合物の降伏応力と粘性の双方を増加させることが知られている。しかし、混

合物の降伏応力及び粘性を単に増加させただけでは、高降伏応力流体成分の使用によって得られる高度な繊維分散が達成されるとは限らない。それ故に、ゼラチン化澱粉又は他の適当な水溶性濃化剤の流体成分への添加が重要となる。

一ステップ又は二ステップ法のいずれによるにしても、いったん繊維が均質に分散された後は、澱粉系組成物の粘性及び降伏応力を必要に応じて変えて、所望の成形用組成物を調製することができる。一般に、残りの成分の添加は成形用組成物全体(ただし流体成分を除く)の粘性及び降伏応力の双方を増加する傾向にあり、これは多くの場合望ましい。しかし、代わりに、成形用組成物内の流体成分の粘性を、成形装置中への組成物の流体性を向上させるために例えば追加の水及び/又は分散剤を添加することによって下げることが望ましいこともしばしばある。これもまた、高粘性混合物から作られた製品と比較して一般に改良された表面仕上げを有する成形製品をもたらす。しかし、組成物の凝集性及び塑性を維持するために、流体成分の降伏応力は十分に高レベルに維持されねばならない。

予めブレンドした混合物内で最初に繊維を分散するために用いる流体成分は、少なくとも約10Pa、最高約5000Paまで、好ましくは約20Pa~約2000Pa、より好ましくは約50Pa~約1000Pa、最も好ましくは約100Pa~約500Paの降伏応力を有していなければならない。流体成分の降伏応力と混合物内での繊維均質分散能との相関関係は、粘性と繊維分散との間の

相関関係よりも

より直接的であることが見出された。事実、降伏応力がほとんど又は全くない場合は、高粘性混合物であっても、一般に繊維の適当で均質な分散は得られない。

流体成分の粘性は降伏応力を適当なレベルに維持することほどには重要ではないが、一般に流体成分の粘性は少なくとも約3 Pa. s、最高約3000 Pa. sまで、好ましくは約5 Pa. s～約1000 Pa. s、より好ましくは約10 Pa. s～約500 Pa. s、最も好ましくは約30 Pa. s～約200 Pa. sの範囲にある。特記がなければ上記及び以下の粘度値は全て、剪断速度 5 s^{-1} でパール-フィジカ (Paar-Physica) 粘度計によって測定した「見かけの粘度」を表わす。しかし、予めブレンドした混合物の同じ流体成分の「塑性粘度」は、 $60 \text{ s}^{-1} \sim 100 \text{ s}^{-1}$ の剪断速度で流体曲線上の適合線によって決定した場合、一般に少なくとも約0.1 Pa. sから約100 Pa. sまでの広範囲、好ましくは約0.25 Pa. s～約100 Pa. s、より好ましくは約0.4 Pa. s～約50 Pa. s、最も好ましくは約0.5 Pa. s～約20 Pa. sの範囲にある。

一ステップ又は二ステップ混合法のいずれかが用いられた場合、予めブレンドした混合物に関する上記数値は、繊維成分の均質な分散が望ましい場合はいずれも、任意の適当な混合物の「液体成分」の好ましい降伏応力及び粘性にきわめて近似する。固体は降伏応力及び粘性を増加させる傾向にあるために、最終成形用澱粉系組成物（一ステップ又は二ステップ法のいずれによって調製されたかにかかわらず）の降伏応力は、少なくとも約10 Pa、最高約10,000 Pa、

好ましくは約250 Pa～約4000 Pa、より好ましくは約500 Pa～約3000 Pa、最も好ましくは約1000 Pa～約2000 Paの範囲にある。 5 s^{-1} で測定された最終混合物の関連する見かけの粘度は、一般に少なくとも約6 Pa. sから最高約3000 Pa. sまでの広範囲、好ましくは約50 Pa. s～約2000 Pa. s、より好ましくは約100 Pa. s～約1000 Pa. s、最も好ましくは約300 Pa. s～約600 Pa. sの範囲にある。同じ澱粉系組成物の塑性粘度は、 $4 \text{ s}^{-1} \sim 14 \text{ s}^{-1}$ の剪断速度で流体曲線上の適合線によって決定された場合、一般に少なく

とも約1 Pa. s から約2000 Pa. sまでの広範囲、好ましくは約2 Pa. s～約50 Pa. s、より好ましくは約4 Pa. s～約100 Pa. s、最も好ましくは約10 Pa. s～約30 Pa. sの範囲にある。

当然のことながら、最終成形用混合物の粘性及び降伏応力を、もっと水を加えることによって、より好ましくは分散剤の使用によって、既によく分散した繊維の分散レベルに影響することなく、下げることが可能である。事実、固体成分添加のために最初の繊維分散中の流体成分と比較して澱粉系混合物全体の降伏応力及び粘性を上げることが可能である一方、流体成分の降伏応力及び粘性は追加の水及び／又は分散剤の添加によって同時に下げることができる。一ステップあるいは二ステップ混合法を用いていったん繊維が実質的に均一に分散された後は、混合物の成形性を向上させるために降伏応力及び粘性を所望に応じて下げることができる。

従来法では、繊維の適切な分散のためには多量の水が必要

であると考えられ、したがって一般に低粘度で非常に低い降伏応力の液体成分が作られてきた。これときわめて対照的に、最終成形用混合物の液体成分の粘性や降伏応力とは関係なく、最初に高粘性で高降伏応力であった液体成分が混合機から繊維レベルにまで剪断力を伝達することができるという新たな発見を、本発明では利用している。従来法において高縦横比繊維、とくに平均長約2 mm以上の繊維について水溶媒系内で適切な分散が得られなかった主たる理由は、一般に低粘性のニュートン流体成分(すなわち降伏応力がほとんど又は全くない画分)が剪断力又はエネルギーを混合機から繊維に伝達することができないことである。代わりに、そのようなエネルギーを繊維又は繊維凝集に伝達することなく非粘性の水が剪断力方向に流体する傾向にあるために、そのような混合物中のエネルギーはかき回し水性溶媒(又は他のニュートン流体成分)内で消散する。このように、一般により大量の水の積極添加によって、そのような混合物が水性スラリー全体に繊維を完全に分散又はブレンドするように実質的に改良されとは考えられない。事実、水分含量の増加によって繊維と残りの組成物間の分離が成形工程中に起き、これによって強度及び構造完成性の著しく損なわれた不良な製品が形成

される。同様に、単に混合装置の剪断速度又は剪断エネルギーを増加させただけでは繊維、とくに丈長の繊維の分散性を十分に向上させることはできない。さらに、逆もまたしばしば真であって、混合機の剪断速度を増加すると、繊維の凝集及びからみが起きて、繊維瘤塊が形成され得る。

最後に、過剰の水の除去は、生産コストを上げることになる。

本発明はこれらの問題を、予めブレンドした混合物又は澱粉系組成物の液体成分が高降伏応力及び粘性を有する(すなわち、近似ビンガム流体的挙動を示す)上記の一ステップ又は二ステップ法のいずれかの方法で繊維成分を分散させることによって解決する。これは、剪断力を混合機から繊維に直接に伝える際にはるかに効果的であることが発見された。これは、流体成分の高粘性及び降伏応力が高レベルの内部結合力及び粘着力、したがって繊維レベルでの高剪断力を有する混合物をつくりだすためである。その結果、従来法と比較して、繊維、とくに高縦横比の丈長繊維の分散が著しく促進される。加えて、高粘性高降伏応力の予めブレンドした混合物及び後述する好ましい澱粉系組成物は、混合物全体に繊維及び他の混和材料を完全に均質に分散してそれを確実に維持するに十分な粘性を有する。そのような組成物の使用によって、高縦横比及び／又は少なくとも約2 mm平均長を有する繊維の従来達成し得なかった分散が可能になり、平均繊維長が少なくとも、約3.5 mm、6.5 mm、10 mm、さらには約25 mm以上の繊維の分散も可能になる。

いったん繊維が予めブレンドした混合物全体に適当に分散した後は、成形用混合物は残りの組成物又は混和材料中にブレンドするだけで調製される。予めブレンドした混合物に使用される澱粉系バインダーが予めブレンドした混合物の温度をゲル化温度以上に上げることによってゲル化された場合は、通常、未ゲル化澱粉系バインダーの残りを添加する

前に混合物をゲル化温度以下にまず冷却することが好ましい。そうしないと、残りの澱粉系バインダーは成形工程前にゲル化して、一般に低強度の劣悪な製品が形成される。加えて、成形用混合物の粘性及び降伏応力を好ましい範囲に保って

成形用混合物の適切な流体性及び成形性を維持するために、澱粉系バインダーの大部分を未ゲル化状態に保つことが一般に好ましい。

混合物は、当業者に公知の適当な手段を用いて澱粉系バインダーのゲル化温度以下まで冷却することができる。例えば、冷却は、残りの澱粉系バインダーの添加前に、無機充填材及び残りの水などの残りの成分のそれぞれを単に加えることによって行うことができる。予めブレンドした混合物を成形用混合物にする場合、とくに水全体の比較的大きな画分が予めブレンドした混合物に含まれる場合には、ごく低温の水、あるいは氷を加えて予めブレンドした混合物を冷却することが好ましいこともある。

最終成形用混合物を作る混合工程では、成形用混合物に成分を完全にブレンドするために適当な剪断力が求められるが、繊維及び骨材の損傷が起きないように、また好ましくない気泡が混合物に混入しないように、あまり強くてはいけない。上記した成分に加えて、混合物の成形性を向上させるため、あるいは成形製品に望ましい力学的特性を付与するためにはいかなる混和材料を加えてもよい。例えば、成形工程中の混合物からの水除去を容易にするために、水溶性揮発性アルコールなどの共溶媒などを加えてもよい。他の共溶媒には、

エチレングリコール、ポリエチレングリコール、プロピレングリコール、グリセロールなどの比較的不揮発性の成分があるが、これは発泡澱粉結合細胞マトリックスを可塑化又は軟化する。添加される混和材料としての唯一の限定は、好ましくは成形工程中に澱粉系バインダーのゲル化工程を過度に妨げないということである。そうでなければ、成形工程中に澱粉系バインダーが適当にゲル化されなかった成形製品は、一般に力学的特性が劣り、製品を損傷せずに離型することがより困難になる。

澱粉系バインダーが適当にゲル化されると、成形製品は形状が安定し、離型された直後又はごく短時間内に実質的に全ての所望の特質を有する。よく分散した繊維の含有によって、十分な形状安定性と、離型したばかりの製品の細胞マトリックス内に残存する少量の水によって生じる内部圧への抵抗性を有する離型製品が得やすくなる。これはまた、離型したばかりの製品に十分な強度及び靱性を付

与するため、離型した直後又はごく短時間内（すなわち2、3秒後）に亀裂や破損を生じることなく高速処理が可能になる。研究によって、発明の製品は製品の構造マトリックス全体に実質的に均質に分散した繊維を有することが示された。平均長が約2mm以上の丈長繊維が好ましいが、本発明の高粘性降伏応力混合物を用いてこれもより完全で均質に分散されるもっと短い繊維（すなわち、平均長が約0.3～約2mmのものは、縦横比約25：1以上を維持することによって、及び澱粉系組成物の任意の画分全体に高い総繊維長を維持するに十分

な濃度でそのような繊維を含ませることによって、強度及び破損エネルギーの増強された製品をもたらすことが示された。

混合デザイン及び／又は成形パラメーターの変更によって成形製品にデザインし得る他の力学的特性には、厚さ、密度、弾性率、圧縮強度、引っ張り強さ、曲げ強度、ひずみ範囲、破損エネルギー、断熱能及び比熱などがある。これらの特性を必要に応じて調整できるために、多様な製品を作ることができる。それには、例えば、容器、コップ、トレイ、「貝殻」容器、皿、カートン類、箱、瓶、密封梱包用箱（crate）、スペーサー及び、食品又は飲料を含むあらゆる商品物資の包装、貯蔵、輸送、配膳、盛りつけ、分配などに使用されるその他の製品が含まれる。

本発明の材料には環境的に安全な多様な成分が含まれ、それには澱粉系バインダー、水、繊維、無機骨材、酵素、ペクチン、不活性有機骨材、離型剤、レオロジー調整剤、架橋剤、内部コーティング材料、分散剤、可塑剤及びコーティング剤が含まれる。コストの節減、さらにまた製品の環境的相和性の向上のために、成形用混合物のデザインに際しての主たる考慮点は、無機成分濃度を最大にすること、それぞれの所望の特性を得るための必要量を含むだけで澱粉、繊維及び溶媒成分を最適化すること、及び成形用混合物の粘性及び降伏応力を選択的に調整して製品を迅速に、廉価に、そして目的に応じた特性を有するように製造することである。

澱粉系バインダーは結合剤として作用し、その例としては、

ジャガイモ澱粉、トウモロコシ澱粉、蠟トウモロコシ澱粉、米澱粉、小麦澱粉などのあらゆる澱粉、それらの穀粒原材、例えば細粉及びひき割り穀粒又はそれらの修飾対応物などがある。非修飾澱粉類が一般に好まれる。その理由は、それらは成形用混合物が成形工程中に非修飾澱粉のゲル化温度になった後で初めてゲル化するため、ゲル化の時期、速度及び程度のコントロールができるからである。加えて、これらは修飾澱粉に較べて通常はるかに廉価である。ジャガイモ澱粉及び蠟トウモロコシ澱粉などの非修飾澱粉は本発明においてまさに好ましい澱粉であるが、これらはきわめて廉価な廃棄物として処理され、家畜飼料又は灌漑補充物として利用される。一方で天然生産物だが一般に過剰できわめて低価値とされる非修飾澱粉を、他方で石油系又は合成産物であるプラスチック、ポリスチレン及び従来材料の製造に用いられる他のポリマーの代替として用いることは、本発明の任意に無機充填した繊維強化澱粉結合材料の環境への前向きな多大な影響を示すものである。

多くの澱粉利用の従来法、例えば最小量の水の存在下で澱粉を高温及びごく高圧の条件下で加熱し、澱粉を熱可塑性材料として作用させる（これは「脱構造化」澱粉とも呼ばれる）ホットメルト（高温融解）法においては、澱粉材料の可塑化のために加えられる少量の水と澱粉がより化学的に融合するように比較的高アミロース含量（45重量%以上）を有する澱粉の使用が必要とされた。これは本発明で澱粉系バインダーが使用されるのと好対照をなすもので、ここでは澱粉系

バインダーによる最終成形製品の力学的特性への影響はアミロース含量には依存しない。事実、最も好ましい二つのバインダー、すなわち非修飾蠟トウモロコシ澱粉及びジャガイモ澱粉は比較的低いアミロース含量（それぞれ1～3%及び20～25%）を有する。

水は単独で又は共溶媒と組み合わせて使用され、成分を混合物中に分散し、成形用混合物の粘性及び降伏応力をコントロールし、澱粉系バインダーのゲル化剤として作用する。さらに、他の混和材料、例えば澱粉系バインダー、繊維、有機充填材、レオロジー調整剤、可塑剤及び分散剤は、所望のレオロジー又は流体特性を有する混合物の作出を助ける。

澱粉系バインダーは未ゲル化の顆粒状で加えるのが好ましいが、予めブレンドした混合物又は最終成形用混合物の調製において少なくとも一部は予めゲル化されるてもよい。一ステップ混合法を用いる場合、組成物全体の粘性及び降伏応力を適当なレベルまで上げて繊維を分散させるために、予めゼラチン化した澱粉と未ゲル化澱粉系バインダーの双方を含むことが好ましい。澱粉系バインダーが水の存在下で加熱されると、顆粒が破壊されて、顆粒内にあった長い単鎖のアミロースポリマーが伸び出て、高度に分枝したアミロペクチンポリマーなどの他の澱粉ポリマーと絡み合う。このプロセスをゲル化と呼ぶ。好ましい非修飾澱粉は、ジャガイモ又は蠟トウモロコシ澱粉のように、単一ステップで容易に膨化するものである。いったん溶媒が実質的に除去されると、得られる澱粉ポリマーの相互連結した網目は堅固な材料を形成

する。多くの澱粉系バインダー（例えば、非修飾澱粉）はきわめて廉価であるが、十分な強度と靱性を有する形状安定性の製品製造のための溶媒除去に必要な余分の時間とエネルギー、さらに離型製品を高湿度で調整するために要する時間を考慮すると、製品を澱粉と水のみを主成分とする混合物から製造することは一般に実用的ではない。

繊維の添加は、製品の破損エネルギー及び靱性を向上させ、離型したばかりの製品の形状安定性及び柔軟性を向上させる。好ましい繊維材料の一つは軟材繊維であるが、これは約3.5 mmの平均長を有する。丈長繊維は丈短繊維よりも好ましいが、これは丈長繊維の方が発泡澱粉結合マトリックス内の隙間や孔をよりよく架橋して、マトリックス中によりよく固定されて優れた強化効果をもたらすためである。それでも、縦横比が少なくとも約25:1が維持されれば、丈短繊維も単独で又は丈長繊維と組み合わせて使用することができる。丈短繊維の高縦横比を維持することによって、材料単位容量あたりの各繊維の総累積長は維持されるか増加する。

一般に、平均繊維長が約1.5 mmである硬材や平均長が約0.3 mm～約1 mmである綿リンターなどの丈短繊維は、製品の平均孔サイズが0.25 mm以下であれば有益な強度及び靱性特性をよりよく付与することができる。軟材及び硬

材繊維の混合物からなる再生紙でさえも、ここで教示及び開示する高粘性高降伏応力組成物と共に使用して、改善された強度及び靱性を有する製品を作ることができる。一般に、経済的に適正な繊維の含有量は、全固形物の約2～約80重

量%、又は水を含む全混合物の約1～約40重量%である。しかし、概して、低平均長の繊維を使用した場合、同じ又は同様の力学的特性を得るためにはより丈長の繊維を使用した場合と比較して多量の繊維を含有する必要がある。

さらにコストを低減し、最終製品に望ましい特性を付与するためには、成形用混合物中の全固形物の約80重量%までの量で無機充填材又は骨材を任意に加えることができる。この範囲は比較的高密度（約 1 g/cm^3 以上）のほとんどの骨材に適用できるが、発泡パーライトや中空ガラス球などのより低密度、すなわち「軽量」の骨材（約 1 g/cm^3 以下の密度を有する）の場合は、重量割合はより少なく、使用する骨材の密度によって異なる。したがって、軽量骨材の濃度は体積パーセントで表わすのがより適切であって、これは好ましくは、成形前の澱粉系組成物の約5～約80体積%の広範囲となる。

高濃度の無機物を有する混合物を得るためには、好ましくは高パッキング密度を生じるような形及び粒子サイズ分布を有するような無機骨材粒子を選択する。このプロセスを粒子パッキングと呼ぶ。さらに好ましくは、粒子は相対的に低い比表面積を有する。そうでなければ、骨材材料は澱粉系バインダーの水誘導ゲル化反応を妨げることになる。比表面積すなわち骨材体積に対する表面積の割合はより均質で、通常は球形の骨材を用いることで低減することができる。骨材の直径の増加もまた比表面積を減少させるが、直径は好ましくは内部マトリックスの細胞壁厚さの約0.5倍以下、より好

ましくは0.3倍以下、最も好ましくは細胞壁厚さの0.2倍以下である。高パッキング密度及び低比表面積を有する充填材の使用は、混合物に必要な澱粉系バインダー及び水の量を最小にする。澱粉系バインダー及び溶媒を最小量にすることによって、製品生産のための材料コスト及び製造時間を最低限にすることができる。さらに、特定の力学的及び物理的特性を有する骨材の選択が、これらの特性

を最終製品に付与するために用いられる。例えば、骨材は、最終製品の比熱、密度、強度及び手触りのコントロールに役立つ。好ましい無機骨材の一つに炭酸カルシウムがある。

澱粉系組成物の粘性及び降伏応力の増加は組成物内での固体成分の沈殿や分離の防止に役立ち、当然のことながら、繊維成分の分散を助けるが、繊維が均質に分散した後は成形組成物の降伏応力、とくに粘性を下げるのが望ましい。一つの理由は、無機充填材成分は一般に低粘度混合物中で、とくに分散剤を使用した場合には、より容易に分散するからである。分散剤は混合物に追加の水を加えることなく混合物の粘度を下げるために、コンクリート業界ではしばしば「節水剤」と呼ばれる。澱粉系組成物全体にいったん繊維がよく分散されると、既に分散した繊維成分の分散レベルを損なうことなく、分散剤を加えて無機骨材充填材の分散を促進することができる。加えて、分散剤は澱粉系組成物をより流体的にして、それを金型により容易に流入するようにし、その結果、より均質で滑らかな表面を有する成形製品が作出されることが見出された。

セルロース系、多糖類系、タンパク質系及び合成有機材料などのレオロジー調整剤を任意に加えて、混合物の粘性及び降伏応力をコントロールすることができる。しかし、多量では、これらは澱粉系バインダーのゲル化工程と競合したりそれを阻害しがちになる。事実、当業者に公知のゲル化澱粉以外にレオロジー調整剤又は濃化剤を最も丈長の繊維の分散に必要な高粘性及び降伏応力を得るに十分な量で加えた場合、製品の形成中に材料の分離が起きて間隙率がばらついて、その結果、最終成形製品の強度が低下し得る。

ゲル化澱粉に加えてあるいはその代わりとしてこれら濃化剤を多量に添加することによる不利益は、少なくとも二つある。まず、そのような濃化剤は一般にゲル化非修飾澱粉に較べてはるかに高価である。第二に、それらの澱粉系バインダーの水とのゲル化反応と競合して、その時点で澱粉バインダーのゲル化反応は著しく妨害又は阻害され、そのために、澱粉系バインダーの結合剤としての主たる機能が阻止されて、澱粉系バインダーの添加したもともとの目的が損なわれる可能性がある。予めブレンドした混合物の調製中に、澱粉系バインダーの少なくとも

も一部をゲル化することによって、さらに無機充填材の濃度を増加するか最終成形用混合物中の水量を減らすことによって、所望の粘性及び降伏応力を有する混合物を得るためのレオロジー調整剤添加の必要性は著しく低減又は除去され得る。

いずれにしても、従来技術は混合物のコロイド状安定性を向上させるための濃化剤の使用を教示しているのみである。丈

長繊維の分散におけるそれらの使用は、例え可能だったとしても、公知ではなかった。したがって、当業者が濃化剤を使用して、それが偶然に繊維、とくに丈長繊維の分散を助けるという程度で、それは確かに本発明の範囲に入る。

概して、高含水量を有する混合物は、より大きい細胞又は孔を構造マトリックスに有する相対的に軽量で低密度の製品を作出する。それとは対照的に、低含水量を有する混合物は、より小さい細胞又は孔を構造マトリックスに有する高密度の製品を作出する。発泡構造マトリックスの形成はまた、溶媒含量及び混合物に適用される圧力及び温度などの可変数に依存する。レオロジー調整剤が用いられるとすると、それはある程度までバインダーとして作用し、製品の強度をいくらか増すのを助け得る。

成形用混合物に用いる繊維の量及び平均長によって、とくにより少ない繊維又は主に丈短繊維が用いられた場合、離型したばかりの製品がいくらか脆弱となる可能性がある。上記繊維に加えて、可塑剤、湿潤剤及び可塑剤又は湿潤剤を含浸させた多孔性骨材を混合物に添加して、製品の柔軟性を増すことも可能である。可塑剤には構造マトリックスを軟化するために澱粉系バインダーによって吸収され得る材料が含まれるが、これは成形工程中にマトリックスから完全に蒸発して除去されないように十分に高い沸点を有するもので、製品が形成された後も安定性を保つものが好ましい。これらはまた、繊維によって吸収されて、繊維をより曲げやすく柔軟にする。水に加えて、他の二つの好ましい可塑剤はグリセリン

及びポリエチレングリコールである。 $MgCl_2$ 及び $CaCl_2$ などの湿潤剤は水分を吸収し、それを成形工程後にも澱粉結合構造マトリックス内に強く結合する

ことができる。この水分は、最終製品の柔軟性及び弾性の向上に役立つ。多孔性骨材及び繊維は形成工程中に水又は他の可塑剤を保持し、次いで形状安定性製品のマトリックス中にそれらを分散させて製品の柔軟性を増すことができる。

硫酸カルシウム半水和物 ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$) などの水硬性バインダーは、水と反応して硫酸カルシウム二水和物 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) を形成することから、本発明の混合物中で水分吸収剤として使用することができる。水分吸収性成分は、とくに多量の水が最初に含まれる場合、成形製品の粘性及び形状安定性をより急速に上げるために、使用することができる。しかし、一般に、いったん結合した水は遊離しないため、通常それらは硬化したマトリックスの軟化には用いられない。それでも、澱粉系組成物の所望の製品への成形中に経験されたような温度上昇をさせると、硫酸カルシウム二水和物は水を遊離して半水和物に戻り得る。硫酸カルシウム半水和物を含むそのように製品の離型時に、製品が適度の水分に曝されることから、実際に製品は堅くなって強度を増すであろう。

中鎖又は長鎖の脂肪酸、それらの塩及びそれらの塩誘導体などの他の組成物を添加して、硬化製品の金型からの脱離を向上させることができる。光沢金属表面又は他の非付着性表面を有する金型もまた、製品の離型を向上促進するのに有用

である。成形製品の強度及び安定性を向上させるために架橋剤を加えてもよい。統合コーティング剤を添加してもよく、これは水がそこから除去されると、澱粉結合マトリックスの表面に移動して、成形製品の表面にあるいはその付近にコーティングを形成又は濃縮する。

最初、上記で説明した一ステップ又は二ステップ法のいずれかを用いて選択された成分を好ましくは均質な成形用混合物にブレンドするが、より重要なことは、繊維が分散する間の全体組成物中の高粘度高降伏応力流体成分の使用である。混合は、混合物の粘性に応じて、高剪断混合機、パドルミキサー、オーガー押し出し成型機を用いて行うことができる。場合によっては、澱粉系組成物に一部真空を用いて、最終成形製品を損なう好ましくない空隙を除くことが有利である。

好ましい実施態様では、成形用混合物を加熱した金型空洞内に位置する。加熱した金型空洞には、従来の射出成形やダイプレス成形工程に用いられるものなど

多種の態様がある。好ましい一態様において、例えば成形用混合物は加熱雌型内部に入れられる。その後、加熱雄型を相補的に加熱雌型を合わせて、混合物を金型間に位置させる。混合物が加熱されると、澱粉系バインダーがゲル化し、混合物の粘性及び降伏応力が増す。同時に、最初に粘性混合物中にトラップされていた蒸発溶媒からの蒸気泡の形成の結果として混合物は加熱金型空洞内で容量増加する。

ウエハース焼きに用いられるものを含めて、当業者に公知

の多様な型の加熱成形装置が本発明による容器及び他の製品の大量生産に用いることができる。さらに、従来の発泡ポリスチレン機を改変して本発明の製品を生産することができる。

より詳細に後述するように、混合物に適用する熱力学的パラメーター（例えば、圧力、温度及び時間）及び水含量を選択的にコントロールすることによって混合物は選択的にデザインされた発泡構造マトリックスを有する形状安定性の製品に形成することができる。すなわち、発泡構造マトリックス中の孔又は細胞の大きさ、量及び位置は、用途に応じた所望の特性を有する製品を作出するように選択的にデザインすることができる。さらに、発泡構造マトリックス内の孔の表面の肌理及び構造は、金型間の温度及び金型の全長に沿った温度を選択的に変化させることによってコントロールできる。異なる成形製品中の特性をコントロールする他に、同一製品の特性をその部分ごとに変えることができる。これには、厚さ、表皮の厚さ、細胞構造及び密度を変えることが含まれる。これは、例えば、成形装置内の示差相対温度すなわち示差ゾーンを成形装置全体に創り出すことによって達成できる。その結果、異なる温度及び処理条件が同一製品の異なった位置に適用される。

さらに、本発明の特異な組成物は、マトリックスの構造的完全性を損なわずに製品の細胞マトリックス内に十分量の遊離水を保持することができるために、例えば、底が厚く側面が薄いコップなど異なる厚さを有する製品の製造もまた

可能にする。すなわち、成形製品のより厚い部分が薄い部分よりもより多くの遊

離水を含むが、製品内の異なる部分の全体に均質な強度及び構造安定性の故に、製品全体は一度に離型される。離型したばかりの製品内の水分含量がいかに違っていても、いつも時間経過とともに平衡になる傾向にある。多様な壁厚にできる能力はまた、マトリックス全体に実質的に均質に分散した繊維によって付与された破損エネルギーの大きな増加によっても向上される。

好ましい実施態様において、高湿度での調整をすることなく、硬化製品に所望の柔軟性を付与するために製品は前に検討した含繊維混合物から形成される。通常製品の約2～約6重量%、より好ましくは約3～約4重量%である残留水は、成形製品が適当な形状安定性及び内部圧抵抗性を得て製品の所望の構造を有意に変型することなく離型できた後も、澱粉結合マトリックス内に保持される。繊維によって保持された水の一部は時間の経過と共に繊維から硬化した澱粉結合マトリックスに移動して、それによって製品の構造マトリックスがさらに軟化すると信じられている。加えて、成形製品のさらなる柔軟性は高湿度のチャンバー中での従来の調整すなわち製品を高湿及び高温中に一定時間曝して得ることができる。しかし、この工程は一般に不必要でコスト効率がよくない。

製品を離型した後、密閉及び製品により完成した表面を提供して強度を追加するためにコーティングを施す。コーティングは、スプレー、浸漬、スパッター及び塗布などの種々の

従来法によって行うことができる。別の実施態様では、いわゆる「統合コーティング材料」を製品形成前に混合物に添加することができる。成形工程中の混合物のピーク温度と同様の融点を有する統合コーティング剤を用いる場合は、統合コーティング剤の個々の粒子は、加熱成形工程中に蒸発水の外側への流体によって製品の表面に移動する傾向にある。成形製品の表面に到達すると、それらは高温に曝されて、完全被覆粒子が融解して共に合着して製品の離型及び冷却時に表面あるいはその付近で硬化ないし固化する。そのような統合コーティング材料は、一般に成形製品内の過熱水の沸点よりも高く、成形中の製品の表面の最高温度以下である融点を有すればいかなる材料でもよい。統合コーティング剤には、例えば選択された蠟類、ステアリン酸塩、セラック、ポリ乳酸又は上記の融解条件を

有するその他のプラスチック又はポリマー材料がある。さらに、ラテックスやポリビニールアルコールなどの液体材料も発泡細胞マトリックス全体に一般に耐水性を得るために用い得る。ゼラチンは製品の表面の孔封じを容易にするために加え得る。

得られる製品は、紙、ボール紙、ポリスチレン、金属、プラスチック又は他の天然有機材料などの従来材料から作られる製品と同等さらにはそれよりも優れた特性を有するようにデザインできる。最低コスト及び無機充填材及び比較的_lowコストの非修飾澱粉及び繊維を考慮すると、本発明の製品はまた従来製品のコストの一部分で製造することができる。最後に本発明の製品は、従来製品よりもより環境にやさしい。

例えば、製造工程では、有害化学薬品を使用せず、空気や水に有害物質を放出せず、成形用混合物の出発原材料として非再生性資源を用いず、最小の生産エネルギーしか要求しない。さらに本発明の製品は一般に嵩が小さく、再生が容易であるか、容易に分解されて環境に戻すことができる。

図面の簡単な説明

本発明の上記及び他の利点ならびに上記概略した本発明のより詳細な説明を、添付した図面で説明される具体的な実施態様を用いて行う。これら図面はもっぱら本発明の典型的な実施態様を表わすものであつて、発明の範囲を限定するものではない。本発明のさらなる特徴と詳細を、以下に列記した添付図面を用いて説明記述する。

第1図は、本発明の一実施態様における製品形成中の混合物に関する温度及び圧力条件を示す相図である。

第2図は、硬化製品の表皮及び内部の拡大断面図である。

第2A図は、相対的に薄い外皮及び相対的に大きい細胞又は孔を含む内部を有する製品の断面の顕微鏡写真である。

第2B図は、相対的に薄い外皮及び相対的に中位の細胞又は孔を含む内部を有する製品の断面の顕微鏡写真である。

第2C図は、相対的に厚い外皮及び相対的に大きい細胞又は孔を含む内部を有

し、細胞マトリックス全体に無作為に分散した丈長繊維を含む製品の断面の顕微鏡写真である。

第3図は、合わせた雄金型及び雌金型の断面図である。

第4図は、ロードセル及び混合装置の斜視図である。

第5図は、オーガー押し出し成形機の断面図である。

第6図は、二段階射出成形機の断面図である。

第7図は、往復スクリー射出成形機の断面図である。

第8図は、雄金型及び雌金型の斜視図である。

第9図は、充填樋によって成形用混合物を充填中の雌金型の断面図である。

第10図は、第9図の合わせた雄金型及び雌金型の断面図である。

第11図は、合わせた雄金型と雌金型間で成形中の本発明の製品の断面図である。

第11A図は、第11図の合わせた雄金型と雌金型間の通気孔の拡大断面図である。

第12図は、余分の材料を除去するための掻き刃を備えた雌金型の断面図である。

第13図は、二分構成金型の断面図である。

第14図は、吸引ノズルを備えた分離型金型の断面図である。

第15図は、加熱した成形装置の斜視図である。

第16図は、第15図の加熱成形装置における充填状態にある金型の斜視図である。

第17図は、第15図の加熱成形装置とともに作動している掻き刃の斜視図である。

第18図は、従来の発泡ポリスチレン機において用いられる雄金型及び雌金型の断面図である。

第19図は、第18図の合わせた状態にある金型の断面図

である。

第20図は、50gのゲル化澱粉及び800gの水を含む混合物の降伏応力及び粘性を示すグラフである。

第21図は、100gのゲル化澱粉及び800gの水を含む混合物の降伏応力及び粘性を示すグラフである。

第22図は、異なる量の予めゼラチン化した澱粉の含有の降伏応力に及ぼす影響を示すグラフである。

第23図は、異なる量の予めゼラチン化した澱粉の含有の粘性に及ぼす影響を示すグラフである。

第24図は、予めゼラチン化した澱粉の異なる含有の最終混合物の降伏応力及び粘性に及ぼす影響を示すグラフである。

第25図は、最終製品の表皮厚に及ぼす成形用混合物中の水分含量の影響を示すグラフである。

第26図は、発泡製品の内部細胞直径に及ぼす成形用混合物中の水分含量の影響を示すグラフである。

第27図は、900gの水を含む成形用混合物に関する粘性に及ぼす剪断速度の影響を示すグラフである。

第28図は、1300gの水を含む成形用混合物に関する粘性に及ぼす剪断速度の影響を示すグラフである。

第29図は、1300gの水を含む成形用混合物に関する降伏応力に及ぼす剪断速度の影響を示すグラフである。

第30図は、1300gの水を含む成形用混合物に関する粘性に及ぼす剪断速度の影響を示すグラフである。

第31図は、1300gの水を含む成形用混合物に関する

粘性に及ぼす剪断時間の影響を示すグラフである。

第32図は、1500gの水を含む成形用混合物に関する粘性に及ぼす剪断速度の影響を示すグラフである。

第33図は、1500gの水を含む成形用混合物に関する降伏応力に及ぼす剪断速度の影響を示すグラフである。

第34図は、本発明及び従来澱粉材料の澱粉系材料の標準化した破損エネルギーを示すグラフである。

第35図は、製品の大量生産のための成形装置の斜視図である。

第36図は、第35図の成形装置の充填状態にある金型の斜視図である。

好ましい実施態様の詳細な説明

I. 緒言

本発明は、実質的に均質に分散した繊維を有する成形用澱粉系組成物を得るための新規の方法及びそれから製造される製品を目的とする。繊維は、高降伏応力、高粘性液体成分によって組成物全体に均質に分散される。そのような組成物から作出される製品は、発泡した繊維強化された、有機的に結合された構造マトリックスを有する。本発明の組成物は環境的に安全で多様な成分を含み、それには、澱粉系バインダー、水及び繊維、それに無機充填材、離型剤、レオロジー調整剤、架橋剤、可塑剤、湿潤剤、分散剤、有機骨材及び統合コーティング材料などの任意の混和材料が含まれる。

材料科学及び微細構造工学的アプローチを各成分のタイ

プ、割合及び他の特徴の選択に用いたが、これらは一緒に混合した場合に、成形用澱粉系組成物及びそれによる最適コストで所望の性質を有する最終製品をもたらすものである。所望の性質は要求される取り扱い及び最終製品の用途によって異なる。最適コストは、生産性を最大にして、一方で材料及び生産コストを最低にするように成分を選択することによって達成される。微細構造工学的アプローチを用いて、本発明の組成物及び方法は多様な製品をもたらす。それには、容器、皿、カップ、「貝殻」容器、大皿、カートン、及び紙、ポリスチレン、フォーム、プラスチック、金属及びガラスなどの従来材料を用いて製造された製品と実質的に同等かさらに優れた力学的特性を有する他のタイプの容器及び製品が含まれる。本発明の製品はしばしば従来の対応製品のコストの一部分で製造できるが、これは一般にきわめて廉価な材料、とくに無機骨材充填材成分などの上記成分の含有によるもので、さらにまた製造エネルギーが少なくてすむという理由にもよる。

さらに、製造工程及び得られる製品は、従来の材料や製造法と比較して、環境への害が少ない。第一に、理論的に全ての製造工程からの廃棄物は、直接リサイクルして生産ラインに戻すことができる。第二に、一般に使い捨てである製品がその用途を終えると、澱粉結合製品は他の製品又は同様の材料に最小の工程で容易にリサイクルされる。第三に、廃棄される場合も、製品の澱粉系バインダー及び他の有機成分は迅速に分解及び／又は水分の存在下で生物分解される状態に

あり、一方、無機充填材は廃棄場となる土壌と元来広く相和するものである。第四に、本発明の製品は、嵩及び量が一般に小さい。

本発明の製品を成形するための好ましい澱粉系組成物は、ジャガイモ、トウモロコシ、蠟トウモロコシ、米又は小麦澱粉又はそれらの穀粒前駆物などの澱粉系バインダー、水、少なくとも約25:1の縦横比及び少なくとも2mmの平均長を有するよく分散した繊維、任意に、炭酸カルシウムなどの無機骨材を含む。高縦横比又は丈長のよく分散した繊維（及び任意に、有意濃度の無機骨材充填材）の添加によって、ごく最小量の無機充填材から作出されてよく分散した繊維を有しない製品と比較して、本発明の製品はより迅速に成形及び離型され、より廉価で、より環境的に安全で、より耐熱性である。本発明の材料及び製品は、それらが無機充填材を含む場合は「無機充填された」又は「高度に無機的充填された」材料又は製品と呼ぶことができる。

本発明の澱粉系組成物の好ましい調製法は、二段階法である。まず、澱粉系バインダー及び水の一部、それに分散さるべき繊維の実質的にすべてを含む予めブレンドした混合物を調製する。予めブレンドした混合物内の流体成分の降伏応力及び粘性を上げることによって繊維を完全に均質に分散し、これによって、相対的に多量の水を用いる典型的繊維スラリーと比較して、混合装置によって生じる剪断力の移動がずっと効率よくなされる。流体成分の粘性及び降伏応力は澱粉系バインダーのゲル化によって上げられるが、これは予め

ブレンドした混合物の温度を澱粉系バインダーのゲル化温度まで、通常は非修飾ジャガイモ澱粉の場合は65℃まで上げることによって達成される。代わりに、

粘性及び降伏応力は、予めゲル化した澱粉、室温で水と混合した場合にゲル化する修飾澱粉、又は当業者に公知の他の濃化剤を使用することによって増すことができる。澱粉以外の濃化剤を用いる場合は、高粘性高降伏応力流体成分の調製においてゼラチン化澱粉の代わりではなくその補助に用いるのが好ましい。澱粉バインダーのゲル化に熱を用いる場合は、通常、残りの澱粉系バインダーの添加前に、予めブレンドした混合物をゲル化温度以下に冷却するのが好ましい。最後に、成形用澱粉系組成物を、予めブレンドした混合物に残りの澱粉系バインダー、水及び他の混和材料を単に混合することによって調製する。

別の実施態様では、最終成形用澱粉系組成物を、流体成分の粘性及び降伏応力を適切で均質な繊維分散させるに十分なレベルにまで上げるために十分量の予めゲル化した澱粉、修飾澱粉又は他の適当な濃化剤を澱粉系組成物に加えることによって単一ステップで調製する。

成形用澱粉系組成物内でこのようにして分散した繊維は、成形製品の形状安定性及び細胞マトリックスの内圧への抵抗性を増し、これによって澱粉系マトリックスからの実質的に全ての水を除去することなく、より容易に製品が離型できる。これは一部は繊維の格子効果によるもので、これによって半硬化澱粉結合マトリックスが強化され、離型製品の所望の形の有意な変形やさらなる膨張なしに離型及び扱いが可

能になる。さらに、繊維は、澱粉結合バインダーに較べてより確実に水を構造マトリックス内に取込保持する。その結果、製品の離型後、繊維内に保持された水分はそのままでは脆い澱粉系バインダーの構造マトリックスに移動し、それを軟化する。

繊維によってもたらされるこれらの効果は、離型を低脆弱性で、離型直後又は短時間内に高い柔軟性及び弾性を有する製品をもたらす。これによって、高湿度を用いる続いての澱粉結合マトリックスの調整又は油、可塑剤あるいは他の靱化剤の添加の必要がなくなるか、著しく軽減される。繊維はまた、最終製品の破損エネルギー及び靱性を増加する。

他の混和材料を、製品に所望の特性を付与するために澱粉系組成物に添加する

ことができる。例えば、レオロジー調整剤及び分散剤を、澱粉系バインダー及び固体成分によって既に付与された以上に組成物の粘性及び降伏応力をさらに調整するために加えることができる。可塑剤及び湿潤剤は、成形製品に追加の柔軟性を付与するために用いることができる。他の添加物には、さらに溶媒を添加することなく組成物の粘性を低減させる分散剤、形成工程中に製品の表面及び内部に被覆を形成するための統合コーティング材料及び内部シール剤がある。その上にエトリンジャイトを形成した骨材粒子を、骨材粒子と澱粉系バインダー間の相互反応を促進させるために用いてもよい。成形工程中に反応して製品を被覆するか内部シールを施す統合コーティング剤を加えることができる。

所望の澱粉系組成物を調製した後、これを加熱した金型空洞内に位置する。加熱金型空洞は、従来の射出成形工程及びダイプレス成形に広く用いられる金型を含めて多くの態様がある。好ましい態様では、澱粉系組成物は加熱雌金型内に置かれる。次いで、加熱雄金型を加熱雌金型と相補的に合わせて、これによって組成物を金型間に位置させる。混合物に用いる温度及び圧力、さらに粘性及び溶媒含量を注意深くコントロールすることによって、組成物を、選択的にデザインされた発泡構造マトリックスを有する形状安定性製品に迅速に形成することができる。さらに、成形製品の強度及び柔軟性を、構造マトリックス内の繊維長及び含量を調節することによってコントロールすることができる。一般に、表面の肌理、強度特性、柔軟性及び構造マトリックス内の孔形成は、成分及び組成物内のそれらの相対濃度、それに熱力学的処理条件を変化させることによって選択的にコントロールできる。これによって、製品の用途条件に応じた広範な温度及び力学的特性を有する多種多様な容器及び他の製品の製造が可能になる。

好ましい実施態様において、離型直後あるいは短時間内に用途に応じた所望の柔軟性及び靱性を有する製品が形成される。それでも、必要であれば、高湿度を用いる従来の調整工程を、最終製品の柔軟性及び靱性をさらに増加させるために使用することができる。高湿調整工程では、水は水硬性澱粉系バインダーによって吸収され、これによって構造マトリックスが軟化され、脆弱性が低減する。当然のことながら、

澱粉系バインダーは水との親和性を本来有することから、製品が離型された後の比較的短時間に周囲の空気からの湿気を吸収し得る。

最後に、水分湿気からの防御のため、あるいは他の浸入物に対する不浸透性を付与するために、本発明の製品の表面に被覆を施すことができる。コーティング剤は当業者に公知の従来のコーティング法を用いて離型製品に適用するか、成形工程中に製品の表面に移動して製品の表面又はその近辺で固化することができる統合コーティング材料を用いることによってその場で被覆形成してもよい。代わりに、又は「統合コーティング」に追加して、表面に移動しない内部シール材料を用いて、澱粉系マトリックス水を全体に耐水性にしてもよい。続いての製品製造工程にはまた、印刷、積重／組込及び箱詰などがある。

II. 定義

本明細書及び添付クレームに用いる用語「澱粉系組成物」、「成形用澱粉系組成物」、「成形用組成物」、「組成物」、「成形用混合物」又は「混合物」は、互換可能な意味を有し、ここに開示し特許請求する製品に形成することができる組成物を表す。そのような組成物は、澱粉系バインダー、よく分散した繊維及び一般には水からなるゲル化溶媒を有することを特徴とする。組成物はまた、他の混和材料、例えば、無機充填材すなわち骨材（混合物中の総固体分の約80重量%まで）、離型剤、有機骨材、分散剤、架橋剤、レオロジ

ー調整剤、可塑剤、湿潤剤又は統合コーティング材料を含むことができる。無機充填材が用いられる場合、成形用混合物はしばしば「有機充填成形用組成物」と呼ばれる。加え得る多様な混和材料から考えて、成形用組成物は広範囲の粘度を有する。すなわち、剪断速度 5 s^{-1} で測定された見かけの粘度で約 $3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の低粘度から、剪断速度 5 s^{-1} で測定された約 $3000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の高粘度までである。加えて、組成物が近似ビンガム塑性挙動を有することから、これらは広範囲の、すなわち約 10 Pa の低さから約 $10,000 \text{ Pa}$ の高さまで降伏応力を有することができる。

本明細書及びクレームで用いる用語「予めブレンドされた混合物」は、繊維成分の均質な分散をもたらす十分に高い降伏応力及び粘性流体成分を有するあらゆ

る混合物を表すものである。予めブレンドされた混合物は、一般にゼラチン化澱粉系バインダー、水及び均質分散した繊維を含む。

本明細書及びクレームで用いる用語「流体成分」、「流体系」又は「液体成分」は、予めブレンドされた混合物又は澱粉系組成物のいずれかから固体そのもの又は流体成分中に溶解しない固体成分を差し引いた流体又は液体成分を表わす。流体成分にはそこに溶解する全成分が含まれ、それには最初は固体であった材料又は成形工程中で後で固体状に戻る材料も含まれる。流体成分は、ニュートン流体(すなわち、高粘性の有無に関係なく降伏応力が実質的にゼロである)に対して、近似のビンガム流体的特徴(すなわち、適度な降伏応力を有する)を有することを特徴とする。澱粉系組成物全

体に均質に繊維を分散させる能力は、混合物の全体に対する流体成分のレオロジーによって主として決定される。事実、繊維及び骨材などの固体成分を混合物に加えると混合物の降伏応力及び粘性がともに増加することが知られている。しかし、混合物の降伏応力及び粘性を単に増加させるだけでは、高降伏応力流体成分の使用で得られるような高度の繊維分散は達成できない。したがって、流体成分へのゲル化澱粉又は他の適当な水溶性濃化剤の添加が重要である。

本明細書及びクレームで用いる用語「濃化剤」は、流体成分の降伏応力を増加させて、それによって流体成分全体の繊維の分散を容易にするために用いられる一般的な水溶性又は水分散性材料を表わす。濃化剤は、混合機からの剪断力が流体成分を通して繊維レベルにまで移動し得るレベルに流体成分の降伏応力を適当に増加することによって作用する。好ましい低コストで高性能の濃化剤は、予めゲル化した澱粉であり、これはそこから水が除去されると、バインダーとしての機能も有する。

本明細書及びクレームで用いる用語「澱粉系バインダー」は、水中で澱粉系バインダーをゲル化し、続いて少なくとも一部の水を澱粉系ゲルから除去することによってバインダーとして作用する澱粉又は澱粉誘導体を表わす。「澱粉系バインダー」とは、ゲル化又は水除去の程度に関係なくそのような性質を有する全てのバインダーを意味する。したがって、修飾又は非修飾、ゲル化又は未ゲル化、

水分散性又は水溶性のもの、又は澱粉系ゲルから一部又は全部の水を除去することによって硬化するものなど、あらゆる澱粉又は澱粉誘導体が広義の「澱粉系バインダー」の範疇に入る。用語「澱粉系ゲル」は、澱粉系バインダーの溶解と類似の、水溶液中で澱粉系バインダーのゲル化又はゼラチン化によって形成される水性ゲルをいう。これは従来技術で称されている「ホットメルト（高温溶融）」又は「脱構造化澱粉」を意味しない。これには、澱粉を「ガラス転移相」を通過させて熱可塑性物として作用させるために、一般に長時間の高温及び極端な高圧（ >600 バール）処理が低含量の水とともに要求される。ホットメルトでは、澱粉を溶解又はゲル化させないで、むしろホットメルトを可塑性又は軟化させるために、低濃度の水が時に加えられる。ホットメルトはそのような水の除去ではなく、むしろ温度及び圧力を下げることによって固化する。

本明細書及びクレームで用いる用語「全固体」には、固体そのものと、予めブレンドされた混合物又は澱粉系組成物に加えられた流体成分に溶解される前の最初には固体又は半固体であった混和材料がともに含まれる。したがって、用語「全固体」には、例えば、澱粉系バインダー、又は細胞構造マトリックス形成のために蒸発によって実質的な水部分が除去されるまでのある時点では水に溶解して流体成分の一部となっているような他の混和材料などのいかなる部分をも含む。澱粉系混合物内の成分の相対的濃度の決定を目的とする場合は、用語「全固体」は固体そのもの及び、最初は固体であったものがある時点で流体成分内に溶解され得る全ての成分を表わす。

本明細書及びクレームで用いる用語「繊維強化細胞マトリックス」、「細胞マトリックス」、「発泡細胞マトリックス」、「澱粉結合細胞マトリックス」、「澱粉結合マトリックス」又は「澱粉結合材料」は、相互に変換でき、ここに記述する成形用混合物の加熱によって形成される製品の実質的に硬化した構造を表わす。この用語はまた、成形用混合物の最初の容量と比較して、最終成形製品の容量に実質増加のあった澱粉結合材料のいかなるものをも包含する。そのような増加は、2%の低率から、10倍（1000%）以上でもあり得る。マトリックス

に無機充填材を加えた場合、これはまた、例えば、「無機充填された細胞マトリックス」又は「無機充填されたマトリックス」と称する。

本明細書及びクレームで用いられる用語「硬化」とは、澱粉系バインダーをゲル化して同時に成形用混合物から溶媒除去をして、形状安定性の製品を作出するプロセスをいう。しかし、用語「硬化」はゲル化の程度又は除去溶媒の量によって限定されない。

本明細書及びクレームで用いる用語「形状安定」とは、離型したばかりの製品の澱粉系マトリックスが、金型から除去され、重力に抗してそれ自体の重さを支え、後の処理及び取り扱いに際して有意な変形をしないような十分な強度と構造完成性を有していることをいう。さらに用語「形状安定」とは、製品のマトリックスから十分に溶媒が除去されて、製品の離型後に蒸気拡散による泡や亀裂が製品に生じないことを意味する。

本明細書及びクレームで用いる用語「製品」、「成形製品」、「澱粉結合製品」及び「製造の製品」には、開示した組成物及び方法を用いて形成できる、いずれの製品をも包含する。そのような製品の例には、食品及び飲料容器などの容器及び包装容器などが含まれる。本発明の範囲の製品はまた、刃物類、軽量クッション材料、郵送用筒及び照明取付具などの異種のものも包含する。

本明細書及びクレームで用いる用語「容器」は、例えば、種々のタイプの製品すなわち対象物(固体及び液体の双方を含む)の包装、貯蔵、輸送、提供配膳、分与、又は分配に用いられる容器又は容器類を意味し、長期又は短期使用のいずれの用途のものをも包含する。

本発明の範囲の容器には次のようなものがあるが、これらに限定されない。すなわち、カートン類、箱、サンドイッチ容器、蝶番又は二分「貝殻」容器、乾燥シリアル箱、冷凍食品用箱、ミルクカートン、果汁容器、飲料用容器キャリアー、アイスクリームカートン、コップ(使い捨て飲用コップ及びコーンカップ、ただし、これらに限定されない)、フライドポテトスクープ、ファーストフード持ち帰り用箱、包装容器、支持トレイ(クッキーやキャンデーバーなどの製品の支持)、缶、ヨーグルト容器、レコードジャケット、葉巻箱、菓子箱、化粧用箱、

皿、自動販売用皿、パイ皿、トレイ、ベーキング皿、ボール、朝食皿、マイクロウェーブディナー用トレイ、「TV」ディナー用トレイ、卵カートン、肉包装用プラター、コップや食品容器などの容器とともに使用できる使い捨て

一回使用用ライナー、クッション用材料（いわゆる「ピーナツ」）、瓶、ジャー、ケース、クレイト、食器類などその他多様なものがある。

容器とは、静／動状態、使用扱い時のいずれの場合であれ、その構造的完全性及びそこに含まれる材料の完全性を維持しながら、その内容物を保持することができるものと定義する。これには、容器が強力なあるいは例え最小の外力にも耐えることが要求されるという意味は含まれない。事実、ある種の容器では極端に脆く壊れやすいことが望ましい場合もある。しかし、容器は、用途に応じた機能を所定期間に有しなければならない。

容器と関連して用いられる容器関連製品もまた、用語「容器」の中に包含される。これには、例えば、蓋、ストロー、仕切、ライナー、内部包装材アンカー当て、コーナースレース、コーナー保護部品、隙間当て、開きシート、トレイ、ロート、クッション材料などの内部包装用部材及びその他の、内容物を貯蔵、輸送、分与、提供配膳及び分配するために用いられるものが含まれる。

本発明の範囲の容器は、「使い捨て」（すなわち、一回提供又は一回使用のために製造される）と分類されるものあるいはそうでないもののいずれでもよい。より強く耐久性構造が要求されるような場合には、容器は繰り返し使用が可能であろう。本発明の「使い捨て」製品は、目的使用期間終了後は、通常は廃棄（又はリサイクル）される。大量生産して廃棄される場合、本発明の製品は、予想される廃棄場である土

壤と相和する環境的に無害の成分に容易に分解される組成を有する。澱粉結合マトリックスは、湿気に曝されると迅速に破壊されて、成分は容易にリサイクル又は堆肥化される。

本発明の範囲の製品は、製品の目的用途に応じてきわめて多様な厚さを有することができる。薄いものはコップなどに使用のために約1 mmの薄さにできるが

、強度、耐久性及び／又は嵩が重要な場合には必要に応じて厚くできる。例えば、約10cm以上の厚さの製品は特別な輸送用容器又は冷却容器（クーラー）に用いられる。それでも、大抵の製品は、好ましくは約0.5mm～約5mm、より好ましくは約1mm～約3mmの厚さを有する。

本明細書及びクレームで用いる表現、すなわち「商業的な」あるいは「経済的に可能な」方法によって「大量生産が可能」又は製造できるという表現は、製品の生産速度が十分に迅速でその商業的生産が紙、ボール紙、プラスチック、ポリスチレン又は、金属などの従来材料から生産する製品に匹敵するあるいはさらにそれより優れていることを表わす。

無機充填材料から作られる容器及び他の製品は、紙、プラスチック、ポリスチレン又は金属などの種々の材料から現在作られている製品と市場で競争できるものを意図する。したがって、本発明の製品の生産は経済的に行わねばならない（すなわち、1個当たりのコストが通常2、3セント以下である）。そのようなコスト制限は、きわめて短時間内での何千個もの製品の自動化生産を要求する。それ故、本発明の製品を経済的に大量生産するという要求は、材料及び製品に品

質に関する重要な限定要因である。

III. 形成工程の概観

A. 微細構造工学デザイン

本発明の澱粉結合材料は、微細構造工学的観点から、同時にコスト及び他の製造上の複雑要因を考慮しつつ、所望の予め決められた特性を材料の微細構造中に確立するために開発される。さらに、この微細構造工学分析アプローチの結果、従来の試行錯誤や混ぜては試すといったアプローチと対照的に、機能的で有用な容器及び他の製品の生産に必要な特性、すなわち強度、重量、柔軟性、断熱性、コスト及び環境的中立性を有する澱粉結合材料のデザインをすることが可能になった。

特定の製品を作出するために利用できる種々の原材料は無数にあり、それは5～8万とも推定される。それらは、金属、ポリマー、エラストマー、セラミック、ガラス、複合体及びセメントなど広範な部類から選択できる。各部類内では、

特性、工程及び使用パターンに共通性がある。例えば、セラミックは、高弾性率を有するが、ポリマーの弾性率は低い。金属は鑄造及び鍛造によって成型されるが、複合体はレイアップすなわち特別に成形技術を要求する。水硬セメントから作られるものを含む水硬性材料は歴史的に低い曲げ強度を有するのに対し、エラストマーは曲げ強度と破断前の伸びに優れている。

しかし、材料の性質を分類区分することはそれなりに危険

である。それは専門化（セラミックについて無知の冶金家）及び保守的思考（「我々は常に鋼鉄を使用してきた。故に鋼鉄を用いる」）を招き得る。澱粉結合材料の多様な製品への使用、例えば容器及び他の包装材料における使用を限定してきたのが、この専門化及び保守的思考である。

それでも、いったん澱粉結合材料がそのような広い用途を有し、所望の特性を有するようにデザイン又は微細構造工学的に加工できることが理解されると、多様な製品への適用が可能であることが評価されてくる。そのような材料では、それら特性が相対的に穏やかで無害で廉価な条件下で得られるという、他の従来材料よりも優れたさらなる利点を有する（他の材料はしばしば材料成分及び製造コストに有意に影響を及ぼすような高エネルギー、厳しい熱処理あるいは過酷な化学的処理を要求する）。さらに、従来材料又はその成分のあるものは、本発明の材料に組み入れられて驚くべき相乗的特性あるいは結果をもたらす。

本発明の組成物のデザインは、まずデザインによる制約によって、次いで成分の効果を最大にする材料の部類を探し求めることによって進められ狭められてきた。しかし、そのプロセス中は常に、競合できるコストで製造できる製品をデザインする必要性を十分に理解することが重要である。

材料選択は、製品がその用途に応じて十分に機能するために必要な特性によって主に制約される。例えば、食品及び飲料用容器に関する主な制約には、最低重量、強度（圧縮強度及び引っ張り強さの双方）、柔軟性及び靱性の要求などがある。

り、同時にコストを紙、プラスチック、ポリスチレン又は金属の相当物と競合できるように保たねばならない。

材料科学を用いて無機充填される製品を微細構造工学処理及びデザインする工程では、各混合物成分間の相互関係、工程パラメーター（例えば、時間、温度、圧力、湿度など）、混合特性及び最終製品の性質の理解が要求される。マクロ及びミクロレベルの双方での変数間の相互関係の理解によって、当業者は、選択条件下で加工できる所望の成分の割合を選択して、用途に応じた所望の性質を有する製品を最低コストで生産することができる。

変数間の相互関係は、各変数を提示して定義する後述部でそれぞれ詳細に論じる。特定の組成物については、変数の選択がいかに関特性を最適化するかを示すために以下の実施例で記述する。

B. プロセス概念及び変数

本項では、本発明の製品の製造に用いる基礎概念及び工程変数について論じる。製造プロセスに用いる機械的装置及びシステムについては、次項で詳述する。

本発明の澱粉系組成物は、選択した成分を合わせて、よく分散した成分を有する均質な成形用混合物が形成されるまでそれらを二ステップ法でブレンドすることによって調製する。第一ステップで、繊維、好ましくは丈長繊維をより完全に予めブレンドした混合物中に分散させるために、高粘性及び降伏応力流体又は液体成分を有する予めブレンドした混合物を調製する。過去には適当に分散させるのは不可能と

いわれるほどに困難であった繊維のこのような含有を可能にするのが本発明の重要な特徴で、これは成形製品の最終強度及び他の性能特性を向上させる。好ましくは平均長約2 mm以上を有する丈長の繊維の含有は、形成製品の強度及び柔軟性を著しく向上させ、成形されたときに製品からの全水分を除去することなく、形状安定した内圧抵抗性製品の作出を容易にする。これは、製品の新たに形成された澱粉結合構造マトリックスを強化する繊維マトリックス、格子構造又は骨格を形成するよく分散した繊維の補強効果による。繊維によって加えられた特性を最大利用するために、繊維が澱粉結合組成物全体に均質に分散され、その縦横比が少なくとも約2.5 : 1、好ましくはそれ以上であることがきわめて好ましい。さらに、より短い繊維（すなわち、平均長が約0.3 mm～約2 mmである）は

、縦横比及び総繊維長が高レベルに保たれる限り、適当な製品を作出し得ることが見出された。

単なるより多くの水添加に較べて、組成物内の流体成分の粘性及び降伏応力の増加によって剪断力がよりよく伝達されて繊維が分散することが発見される前は、澱粉系混合物全体に繊維を均質に分散させるのは、とくに丈長の繊維の場合、とくに困難であった。繊維の負荷量を減らした場合、及び0～1.5mmの平均長を有するより短い繊維を使用した場合にのみそれが可能であった。これらのより短い繊維でさえも一部が分散するのみであるため、そのような混合物からの製品は、本発明の製品よりはるかに劣る特性を有した。繊維、とくに丈長繊維を典型的な非粘性水性スラリー中に分散さ

せる試みでは、液体成分の低粘性のため、とくにきわめて低い降伏応力のために、混合物から水に付与された剪断力は繊維レベルまで伝達されなかった。単なる混合装置の剪断速度の増加では効果なく、通常は繊維の塊瘤形成を引き起こす。例えば、製紙業では、木材パルプ繊維は、4重量%の繊維及び96重量%の水を有する水性スラリー中に一般に分散する。分散は達成されても、99.5重量%までの多量の水分を含み得るそのようなスラリーから水を除去するために多量のエネルギーが次いで要求される。スラリーは最高約99.5体積%の多量の水を含むこともある。そのような多量の水を紙スラリーから除去する必要があるために、乾燥工程開始前にさえ、スラリーから事実上水を吸い出す必要がある。多量の過剰水を除去する高価な工程があるので、製紙業において用いられるようなアプローチは澱粉系混合物での繊維の分散の試みには適しないであろう。水除去工程は、所望の繊維分散ではなく、むしろ多くの繊維塊瘤をもたらす。製紙業できわめて高い含水量を用いて繊維を分散するのと対照的に、本発明の方法では、比較的低い水含量及び澱粉系組成物内の澱粉系バインダーの一部のゲル化によって増加する粘性及び降伏応力を用いる。好ましくは、まず予めブレンドした混合物を調製する。

好ましい予めブレンドした混合物の調製において、好ましくは約2mm～約25mmの平均長を有する繊維を含む繊維材料を水の一部とともに混合して最初の

混合物を得る。澱

粉系バインダーの一部を次いで最初の混合物に加えて、予めブレンドした混合物を得る。予めブレンドした混合物中の澱粉系バインダーを混合物をゲル化温度にまで加熱することによってゲル化して流体成分の粘性及び降伏応力を適当に増加するが、これは繊維の分散に必須である。次いで、予めブレンドした混合物を高剪断力で有効時間混合し、その中の繊維を分散する。粘性及び降伏応力を上げることによって、剪断エネルギーを混合機から液体成分を通して繊維に伝達することが容易になることが見出された。これに対して、高含水量を有する低粘性及び低降伏応力混合物は、繊維レベルで必要な剪断エネルギーを付与することができず、そのエネルギーは多くが水中に放散される。

予めブレンドした混合物を次いで澱粉のゲル化温度以下に冷却した後、残りの澱粉系バインダー、水及び他の混合材料（無機充填材を任意に含む）を予めブレンドした混合物内に完全に混合して所望の澱粉系組成物を形成する。次いで成形用組成物を用いて、所望の形及び発泡構造マトリックスを有する製品を形成するが、製品は通常、成形工程開始後（すなわち、混合物を最初にダイ間に位置した後）、約30秒～約2分内に形状安定になる。

予めブレンドした混合物の調製のための上記方法の詳細を以下に述べる。好ましくは各繊維が少なくとも約2mmの平均長を有するような繊維を含む繊維材料を、加えるべき全水の一部と混合して、最初の混合物をつくる。繊維材料は、平均長最高約25mmまでの繊維を含み得る。好ましい繊維

には、平均繊維長約3.5mmを有する乾燥パルプシートからの軟材繊維、又は平均長約6.5mmのマニラ麻繊維がある。繊維は、澱粉系組成物の約1～約40重量%、好ましくは約2～約20重量%、さらに好ましくは約3～約10重量%の範囲で含まれる。予めブレンドした混合物に加える一部の水は、澱粉系組成物に加える総水量の約10～約90重量%、より好ましくは約25～約75重量%、最も好ましくは約40～約60重量%の範囲である。添加される総水量は、最終製品の所望の密度に基づいて選択させるが、最終組成物の所望の粘性及び降

伏応力によって好ましくは澱粉系組成物の約15～80重量%、より好ましくは約30～約70重量%の範囲である。一般に、最終製品の密度は水分含量に反比例し、したがって、水が少ないほど最終製品は高密度であり、水が多ければより発泡性の低密度最終製品が作出される。

次いで、澱粉系バインダーの最初の部分を最初の混合物に加えてゲル化して、予めブレンドした混合物をつくる。予めブレンドした混合物をつくるために加える澱粉系バインダー画分は、粘性及び降伏応力の所望レベルによって決定されるが、それは特定の使用繊維の分散のための十分な剪断力を適切に伝達するほどに大きくなければならない。一般に、平均繊維長が長いほど、繊維の適切な分散のために必要な粘性及び降伏応力は大きい。好ましくは、予めブレンドした混合物をつくるために加える澱粉系バインダー画分は、最終成形用混合物に加えるべき澱粉系バインダー全量の約5～約70重量%、より好ましくは約10～約50重量%、最も好ま

しくは約10～約30重量%からなる。

次いで、予めブレンドした混合物の澱粉系バインダーを澱粉系バインダーのゲル化温度以上に混合物を加熱することによってゲル化するが、その温度は通常、例えばジャガイモ澱粉のような非修飾澱粉で約65℃以上である。予めブレンドした混合物を小規模でつくる場合はマイクロウェーブを用いるか、最初の混合物に予め加熱した水を加えることによって加熱してもよい。工業的には、繊維材料を澱粉系バインダーの最初の部分とまず混合することがより好ましい。この後、乾燥混合物を大きい高剪断混合機に入れて、予め加熱した水をその大きい混合機にポンプ注入して、それによって混合進行中に澱粉系バインダーをゲル化させる。

別の実施態様では、予めブレンドした混合物をつくるために加える澱粉系バインダーを予めゲル化するか、予めゲル化した澱粉と未ゲル化澱粉との混合物を用いることができる。流体成分の粘性及び降伏応力は、澱粉系バインダーがゲル化し混合物が濃化するにしたがって増加する。予めブレンドした混合物の粘性及び降伏応力は、用いる澱粉系バインダー及び水の量をそれぞれ変えることによって

コントロールすることができる。好ましくは、予めブレンドした混合物内で最初に繊維を分散するために用いる流体成分の降伏応力は、少なくとも約10 Pa、最高約5000 Paであるが、好ましくは、約20～約2000 Pa、より好ましくは約50～約1000 Pa、最も好ましくは約100～約500 Paである。流体成分の降伏応力と混合物内での繊維均質分散能との

相関関係は、粘性と繊維分散との間の相関関係よりもより直接的であることが見出された。事実、降伏応力がほとんど又は全くない場合は、高粘性混合物であっても、一般に繊維の適当で均質な分散は得られない。

流体成分の粘性は降伏応力を適当なレベルに維持することほどには重要ではないが、一般に流体成分の見かけの粘性は少なくとも約3 Pa·s、最高約3000 Pa·sであるが、好ましくは約5 Pa·s～約1000 Pa·s、より好ましくは約10 Pa·s～約500 Pa·s、最も好ましくは約30 Pa·s～約200 Pa·sの範囲にある（剪断速度 5 s^{-1} でパール-フィジカ粘度計によって測定）。予めブレンドした混合物の同じ流体成分の「塑性粘度」は、 60 s^{-1} ～ 100 s^{-1} の剪断速度で流体曲線上の適合線によって決定した場合、一般に少なくとも約0.1 Pa·s～約100 Pa·sまでの広範囲、好ましくは約0.5 Pa·s～約100 Pa·s、より好ましくは約0.5 Pa·s～約50 Pa·s、最も好ましくは約0.5 Pa·s～約20 Pa·sの範囲にある。

繊維を完全に分散するために、予めブレンドした混合物を高剪断力で少なくとも約10分間、最高約2時間、好ましくは約10～30分間混合する。予めブレンドした混合物の混合時間は、流体成分の粘性及び降伏応力ならびにその中の繊維濃度によって異なるが、一般に繊維が多いとより長い混合時間を要する。一ステップ又は二ステップ混合法のいずれかが用いられた場合、予めブレンドした混合物についての上記数値は、その中の繊維成分の均質分散が望ましい時は常に、

適当な混合物中の液体成分の好ましい降伏応力及び粘性にきわめて近似する。

澱粉系バインダーのゲル化後のある時点で、予めブレンドした混合物を澱粉系バインダーのゲル化温度以下に、好ましくは約40℃以下に冷却する。ある場合には、これは残りの水及び他の成分を残りの澱粉系バインダーの添加前に単に加

えることによって有利に行われる。別の場合は、混合物の温度をさらに下げるために冷却水を加えて、加えるべき残りの澱粉系バインダーのゲル化を防ぐ必要がある。他の成分、例えば無機充填材、離型剤、湿潤剤、可塑剤及び統合コーティング剤又はシーリング合成物をこのときに加えて、最終澱粉系組成物をつくる。次いで、組成物を均質になるまで2、3分間混合して、発泡構造マトリックスを有する製品の成形に適するような所望の成形用組成物をつくる。最終混合物中の水が少ないほど、最終混合物の粘性及び降伏応力は大きくなり、結果として残りの固体成分を分散するために要求される混合時間が長くなることに留意されたい。

固体は降伏応力及び粘性を増加させる傾向にあるために、最終成形用澱粉系組成物（一工程又は二工程法のいずれによって調製されたかにかかわらず）の降伏応力は、少なくとも約10 Pa、最高約10,000 Pa、好ましくは約250 Pa～約4000 Pa、より好ましくは約500 Pa～約3000 Pa、最も好ましくは約1000 Pa～約2000 Paの範囲にある。5 s⁻¹で測定された最終混合物の関連する見かけの粘度は、一般に少なくとも約6 Pa・sから最高約

3000 Pa・sまでの広範囲、好ましくは約50 Pa・s～約2000 Pa・s、より好ましくは約100 Pa・s～約1000 Pa・s、最も好ましくは約300 Pa・s～約600 Pa・sの範囲にある。同じ澱粉系組成物の塑性粘度は、4 s⁻¹～14 s⁻¹の剪断速度で流体曲線上の適合線によって決定された場合、一般に少なくとも約1 Pa・s～約2000 Pa・sまでの広範囲、好ましくは約2 Pa・s～約500 Pa・s、より好ましくは約4 Pa・s～約100 Pa・s、最も好ましくは約10 Pa・s～約30 Pa・sの範囲にある。

成形用組成物の成分の混合において、非修飾澱粉を使用する場合、澱粉系バインダーの残り部分を澱粉顆粒を破壊するような大きい剪断力に供しないことが好ましい。混合物温度を澱粉系バインダーのゲル化温度以下に保って、成形工程開始前のバインダーの早すぎるゲル化を避けることもまた、好ましい。そうしないと、成形用組成物の粘性が高くなり過ぎてさらなる処理加工に使用できない。成形用組成物は、所望の製品に形成するために金型にポンプ流入できるように十分

に流体性を保つ必要がある。成形前に澱粉系バインダーの実質的な部分が予めゼラチン化されると、成形用組成物の金型への流入を妨げるようなきわめて堅いゲルができる。澱粉系バインダーの最初の部分（例えば、約10～30%の澱粉系バインダー）だけをゲル化することによって、成形用組成物は金型流入のために適当な流体性を保つことができる。しかし、金型内で加熱されると、未ゲル化澱粉系バインダーは迅速にゲル化されて、成形用組成物の粘性及び降伏応力を大

きく増加し、それによってより容易に離型できる形状安定性の成形製品の作出を助ける。

予めブレンドした混合物中で繊維を分散させる鍵は、剪断力を混合機から繊維材料と接触している液体に伝達することである。剪断力は、力の作用する材料の接線に沿って働く内力である。繊維を低粘性高含水混合物と混合した場合、混合機からの必要な剪断力は水中に放散して繊維に伝達されないために、繊維は分散しない。水は低粘性であるため、水は繊維から分離する傾向があり、剪断力を繊維にもたらない。したがって、混合機から繊維材料と接触している液体への剪断力の伝達の向上が繊維の分散に必要である。

この剪断力伝達を達成する機序は近似ビンガム流体性を有する流体成分によるが、これが剪断特性を混合機から繊維材料に伝達し、その結果、繊維の分散が10～30分以内に起きて全繊維塊瘤が除去される。流体成分の降伏応力及び粘性が高いほど、混合機から繊維材料と接触している液体への剪断力伝達は大きくなる。その結果、繊維材料の繊維間結合に剪断力が作用し、それによって繊維塊瘤が破壊される。本発明の予めブレンドした混合物中の高降伏応力高粘性流体成分による剪断力伝達のレベルは、従来法と比較して繊維の分散を著しく向上させる。澱粉系バインダーの一部のゲル化

に加えて、市販の濃化剤のタイロース®などの種々のレオロジー調整剤又は濃化剤を流体成分の降伏応力を上げるために用い得る。しかし、タイロース®は水との親和性がきわめて高く、これは澱粉-水反応を阻害する。したがって、タイ

ローズ®などのレオロジー調整剤の比較的多量の添加は一般に好ましくない。

本発明の方法によって混合物全体に分散した成形用混合物への丈長繊維の添加は、続いての調整工程を経ることなく製品を成形することを可能にする。従来の工程と異なり、本発明の製品は、混合物から全ての水が除去される前に離型できる。最終離型製品は適当量の水を保持するので、製品は脆弱ではなく、破損や亀裂することなく取り扱いが可能である。

繊維に加えて、本発明の組成物には内部調整成分として作用する沸石を添加することができる。沸石は珪酸アルミニウムで、大気中の水分を構造マトリックスに吸収する性質を有する。塩化マグネシウムもまた本発明の組成物に用いられ、大気からの湿気を吸収して内部調整剤として作用する。

上記したように、別の実施態様では、予めブレンドした混合物中で最初の繊維分散なしに単一工程で澱粉系組成物をつくることができる。予めブレンドした混合物を用いての繊維分散効果は、澱粉系混合物中の固体成分(すなわち、繊維、無機骨材など)の周囲の液相の粘性及び降伏応力を上記の範囲にあるように操作することによって得られる。これは、例えば、ゼラチン化澱粉を単独で又は適当な他の濃化剤と組み合わせて澱粉系組成物に、未ゲル化澱粉系バインダーと組み合わせて、添加することによって達成される。

澱粉系組成物全体に高降伏応力液相を有する重要性を理解するために、ニュートン流体への固体成分添加は、通常、混合物全体の粘性及び降伏応力の双方を上げることを理解

すべきである。しかし、剪断力を混合装置から繊維レベルにまで伝達するための媒体として見出されたのは液相である。液相が本質的にほとんど又は全く降伏応力を有しないとすると、混合物全体の降伏応力が正であったとしても、繊維は非結合性液相から容易に分離するであろう。十分な降伏応力及び降伏応力を有し、したがって接着性及び結合性を有する液相は、一ステップ又は二ステップ混合法のいずれかを用いた場合、繊維相互をばらばらにして離しておくことができる。

澱粉系組成物を調製した後は、それを所望の製品の形に形成又は成形すること

ができる。一実施態様では、形成工程は所望の形を有する加熱した雄金型と相補的形を有する加熱雌金型との間に組成物を位置して固定することを含む。金型からの熱は組成物を金型内で膨張させる。過剰の材料及び蒸気が金型間から小通気孔を通じて外に出る。充分量の溶媒が除去された後、金型を開けて、発泡構造マトリックスを有する形状安定の製品を次の工程のために取り出す。

工程を相図を用いてより正確に説明する。第1図は水に関する相図である。第1図は一般例として、水を溶媒として用いる組成物が製品形成中にたどる圧力及び温度変化を示す。点A及び点Bを結ぶ線1間に、組成物を金型間に固定して、最初は定常大気圧で約100℃まで急速加熱する。金型に至近の組成物の一部は最も速く加熱されて、組成物の内部より早く100℃に達する。組成物が熱くなり始めると澱粉系バインダーがゲル化を始めて、組成物の粘性が増す（ゲル化プロセスについては、澱粉系バインダーの項で後述する）。

金型表面に接した成形用組成物内の水の温度が100℃になると、水が蒸発し始めて、これによって組成物内にエアポケット又は空隙が生じる。これらエアポケットの膨張のため、組成物の体積が増し、組成物が「膨れ上がり」、一時的に金型を充たして小通気孔を塞ぐ。金型に至近の成形用組成物部分の水は速やかに蒸発して、第1図の点Bで示すように、金型に至近の領域あるいはその近くの組成物から抜け出て、それによって組成物のその部分が薄く密な表皮に硬化される。表皮はほとんど瞬時に形成され、成形用組成物の残り部分のための断熱壁の役割をすると考えられ、これによって加熱速度が落ちる。通気孔が塞がれて空気流が滞ると、線2に示すように金型間の圧力が増し始め、残り溶媒の沸点（通常、水で100℃）での蒸気化が妨げられる。代わりに、これも線2で示されるように、成形用組成物中の溶媒は流体が制約されて、過熱される。結果として、通気孔を塞いでいた材料が壊されて、過剰の材料が金型間から漏れ出る。しかし、通気孔サイズが小さいため、漏れ出る組成物の流れが制約され、それによって金型中の圧力及び温度が第1図C点までさらに上がる。

充分過剰の材料が漏れ出て金型間の圧力が低下すると、発泡構造マトリックスが形成される。高圧下では、形成される溶媒蒸気は過熱のために凝集する。圧力

が降下すると、過熱された溶媒は断熱膨張によって速やかに気体状態に変わり、それによって製品の構造マトリックス全体に間隙すなわち細胞が分布形成される。水蒸気の過熱組成物全体の個々の点

での凝集傾向によって、かなりよく分布した細胞又は孔構造がもたらされる。溶媒の蒸気への変換は成形用組成物から熱を吸収する吸熱反応で、これによって金型内側の成形用組成物の温度が実質的に下がる。成形用組成物の温度及び圧力の降下を点Cから点Bに延長した線3によって示す。組成物の温度が100℃に戻る例解は単なる例示である。実際は、組成物の温度は100℃以下に下がり得る。溶媒圧の降下を点Cから点Dに延長した線5によって示す。

通気孔が開いて圧力が下がると、組成物は次いで溶媒の沸点まで再び加熱されて、これによって、充分の溶媒が除去されて製品形状が安定するまで残りの溶媒が自由に蒸発する。このプロセスを点Bからの線4によって示す。この細胞形成の分析は、低圧下での製品形成ではほとんど空隙のない製品が得られるという事実で支持される。例えば、低温での組成物からの溶媒の徐々の蒸発又は単一金型の上端の混合物の急速加熱は、より低濃度の空隙を有する製品をもたらす。

第2図は、形成された製品の断面8の顕微鏡影像を示す。図は、本発明の製品の細胞12を有する外皮10及び大細胞16を含む内断面14を示している。細胞12を、約250 μ m以下の平均直径を有する細胞と定義する。隣接する細胞間の物質を細胞壁18と呼ぶ。繊維21は、外皮10及び内断面14の全体に分布している。構造マトリックス内の細胞の分布及びサイズはいくつかの変数によって異なるが、これには混合物の水含量、金型温度及び成形装置内の通気孔のサイズ、数及び位置が含まれる。

関連変数をコントロールすることによって、所望の構造マトリックスを有する製品をつくることができる。例えば、第2A図は、薄い外皮10及び内断面14に位置する大細胞16を有する製品の断面の顕微鏡写真像である。第2B図は、薄い外皮10及び内断面14に位置する中細胞19を有する製品の断面の顕微鏡写真像である。最後に第2C図は、厚い外皮10、内断面14に位置する大細胞

16及び製品表面近くに位置する小細胞12を有する製品の断面の顕微鏡写真像である。繊維（示されていない）は、細胞マトリックスに無作為に分散されるのが好ましい。

上記のように、溶媒を十分に除去して、離型して次の取り扱いができるように製品を十分に形状安定に形成することが重要である。一般に、成形製品の構造マトリックスは、製品が適度の強度及び離型のための形状安定性を有する時点で、約5%以下の溶媒を含む。加熱された製品の細胞内に過剰の水蒸気が残っていると、成形製品の構造マトリックス内に内圧が生じる。細胞マトリックス内のこの水は離型工程後にさらに膨張し、それによって乾燥が適切でない製品は離型の際に「爆発」すなわち破裂を起こし得る。一方、製品の過乾燥、とくに過熱は、成形製品の澱粉結合構造マトリックスを永久的に損傷して弱め得る。

幸いに、よく分散した繊維、とくに丈長繊維及び／又は高縦横比の繊維（そして任意に無機充填材）の添加は、失敗時間枠がずっと少なく、また逆に言えば、工程時間枠の大きい成形用組成物をもたらすことが発見された。すなわち、これ

ら混合材料は形状安定性製品を作出するために十分な水除去に要する時間を著しく短縮し、一方でまた、成形工程中のかなりの時間の澱粉結合構造マトリックスの焼焦もしくは損傷を防ぐ。

本発明の製品及び発泡構造マトリックスの形成に関する工程変数には、金型温度、溶媒の除去時間、充填量及び通気孔サイズが含まれる。本発明の製品は、好ましくは、ほとんど（ただし全部ではない）の溶媒が除去された後に固定した金型から取り出される。組成物は金型間に固定されるが、製品の外側端は相対する金型によって支えられる。溶媒の蒸発によって形成される蒸気は加圧下で通気孔の方に伝達し、そこで放出される。製品の外壁がまず形成されるが、これは水欠失の結果、脆弱である。十分量の溶媒を除去する前に金型を分離することによって、蒸気が製品壁間に拡散して、その結果として泡、亀裂又は製品の外壁の変形が生じる。さらに、十分量の湿気の除去前に製品を金型から取り出す試みの結果、金型に製品が固着して構造マトリックスの損傷が生じる。

十分量の溶媒が除去されるまでは製品を取り出せないことから、金型温度をで

きるだけ高くすることが好ましい。これによって、溶媒除去の時間が短縮され、製品の最短時間で生産が可能になる。しかし、研究によって、約240℃以上の温度は、製品の表面でデキストリン化すなわち澱粉分子の分解を起こすことが見出された。デキストリン化は澱粉をカラメル化して、製品を褐変化して、製品の構造的完全性を低減する。240℃以上の温度はまた、ある有機繊維を焼焦

させ、また成形製品を過乾燥する。

これに対して、成形温度約120℃以下で発泡構造マトリックスを有する製品を形成することは難しい。そのような低温では、圧力がほとんど上がらず、溶媒の蒸発が遅くなる。研究によって、処理温度を約140～240℃の範囲に上げると、製造時間及び製品密度が低減することが見出された。140～180℃の温度範囲で、製造時間の短縮は実質的に意味がある。しかし、180℃以上では、製造時間の短縮は顕著ではない。この知見もまた、細胞形成モデルと一致する。

温度が上がるにつれて、細胞サイズもまた大きくなる。したがって、構造マトリックス中の細胞サイズ、したがって製品の強度及び断熱性は、一部は金型温度を調節することで選択できる。さらに、雄金型及び雌金型間の温度差を変えることによって、細胞サイズを製品の壁間で選択的に変えることができる。例えば、雌金型を対応する雄金型よりも熱くすることによって、相対的に大きな細胞と高断熱性をコップを保持する外側表面に有するコップを作出することができる。これに対して、液体が保持される内側表面はより高密度でより耐水性となる。

コップなどの薄壁製品的高速生産には200℃の温度が好ましい。より厚い製品では溶媒除去のためにより長時間が要求され、好ましくはいづれか低温で加熱して、澱粉系バインダー及び繊維の焼焦傾向を低減する。固定金型に製品を長時間残すことはまた、製品の亀裂や変形の原因となり得る。理論上は、混合物中の約98%以上の溶媒除去は構造マトリ

ックスの収縮を起こし、これが製品の亀裂を起こすと言われる。したがって、製品中に約2～6%、より好ましくは3～4%の水分が製品中に残存している時に

製品を金型から取り出すことが最適である。しかし、これらの数値は単に目安を示すものであることを理解されたい。

金型の温度はまた、金型の表面の肌理にも影響し得る。いったん外皮が形成されると、混合物の内部に残っている溶媒は外皮の小開口を通して抜け出て、外皮と金型表面間を通気孔に移動する。一方の金型がもう一方の金型よりも熱い場合、蒸気はより低温の金型に移動することが熱力学的にも予想され、さらに経験的にも見出された。その結果、より高温の金型に接する製品表面は、より低温の金型に接する表面よりもより滑らかで均質な表面を有するであろう。

金型温度はまた、金型の縦方向に沿って変化する。第 3 図に、雌金型 1 7 と合わせた雄金型 1 5 及びその間に入れた成形用組成物を示す。一般に、雄金型は上端 6 及び底端 7 を含む。同様に、雌金型は上端 9 及び底端 1 1 を含む。上端 6 及び 9 の近くに通気孔 1 3 があり、これを通して過剰材料及び蒸気が抜け出る。研究によって、コップのような深い凹部を有する製品に関し、通気孔から最も遠位の部分から通気孔に最も近位の部分へと混合物を順次硬化させた場合に、より滑らかな表面及びより均質な構造マトリックスが得られることが示された。例えば、第 3 図中、ある場合には、金型温度を底端 7 及び 1 1 で最高にして、温度が最低である上端 6 及び 9 に向かって徐々に温度を下げるのが好ましい。

そのような金型内の温度領域差によって蒸気及び空気が通気孔に移動しやすくなる。溶媒が金型の底端で蒸発すると、蒸気は隣接する組成物中に吸収される。そのようにして、蒸気は徐々に通気孔に移動する。さらに、通気孔に最も近い混合物が最後に硬化することから、過剰の材料はより容易に金型間から放出される。これに対して、金型温度が上端 6 及び 9 で最高の場合、底端 7 及び 1 1 に近い蒸気は既に硬化した製品表面を移動することを強いられ、これは表面の肌理を損なう可能性がある。同様に、過剰材料が既に硬化し、その除去は製品の構造的完全性を破壊する結果となる。

溶媒除去のための金型温度及び時間は相互依存し、さらに製品の厚さ及び存在する溶媒の量に依存する。本発明の金型温度は、好ましくは約 1 5 0 ~ 約 2 2 0 °C、さらに好ましくは約 1 7 0 ~ 約 2 1 0 °C、最も好ましくは約 1 8 0 ~ 約 2 0

0℃の範囲である。組成物から溶媒を除去する時間は、好ましくは約1秒～約15分、より好ましくは約15秒～約5分、最も好ましくは約30秒～約2分の範囲である。溶媒蒸発の吸熱性プロセス及び金型と組成物との相当短い接触時間を考えると、成形製品の内部の組成物は一般に金型ほどには熱くならないことに留意されたい。一般に、混合物の温度は成形工程中に約150℃を越えない。

続いての加熱のために金型間に位置される材料の量もまた、得られる製品の密度に影響する。完全な製品を形成するに不十分な材料（過剰材料の放出はない）が金型に導入される場合、得られる材料はより高い密度及び水分含量を有する

であろう。これは圧力上昇とそれに続く膨張を欠くことに原因する。所望の圧力を生じるに十分な量（過剰材料の最低量）の材料が加えられると、製品の密度は大きく減少する。材料量のさらなる増加は、ある点まで製品の密度を低下させるであろう。その点を過ぎると、さらなる材料の追加はほとんど又は全く密度にさらなる影響を及ぼさないであろう。例えば、12オンスカップの生産において、1グラムの追加材料の添加によって約0.005 g/cm³の密度低下が得られる。しかし、35 g以上の材料の添加は、さらなる密度低下をもたらさず、単なる無駄となる。

金型内の圧力上昇は、金型の温度及び通気孔のサイズ、数及び位置の双方に依存する。通気孔が大きいほど成形用組成物内の圧力上昇は少なく、蒸気及び過剰材料はより容易に抜け出ることができ、結果として膨張が少なく成形製品の構造マトリックスがより密になる。したがって、通気孔が大きいほど、構造マトリックスの細胞が小さくなる。しかし、通気孔が大きすぎると、組成物は通気孔を塞ぐことができず、それによって金型の正しい充填及び所望の細胞構造の形成のために必要な圧力上昇が妨げられる（しかし、より密な製品が必要な場合はそのような状態が好ましい）。大きい通気孔の他の欠点は、過剰の材料が除去された点で製品の表面により大きな変形を生じるということである。変形の大きさは、通気孔のサイズを小さくして数を増加することによって小さくできる。

通気孔が小さいほど、蒸気が成形用組成物に与え得る膨張

力は大きくなる。通気孔が小さすぎると、過剰の圧力が生じて、その結果、圧力から解放されたときに製品の変形、さらには破裂が起き得る。さらに、細胞サイズは圧力解放をコントロールすることによって調節できる。例えば、圧力降下速度を落とすことによって、溶媒の蒸発によって起きる突発的膨張力を減らすことができる。その結果、より小さい細胞及びより厚い細胞壁を有する製品が得られ、これはまたより強い製品をもたらす。

上記したように、通気孔サイズを調節することによって、構造マトリックス内の細胞サイズを規定することができる。通気孔の正確なサイズと数は作られる製品の大きさによって異なる。より大きな製品ではより大きな通気孔が要求される。製品生産のための通気孔のサイズ及び数は、後述する実施例の適用で例示する。本発明のほとんどの製品の生産における通気孔サイズは、好ましくは約0.05～約15mm²、より好ましくは約0.2～約5mm²、最も好ましくは約0.5～約2mm²の範囲である。通気孔の数は、好ましくは約1～約10個、より好ましくは約2～約8個、最も好ましくは約4～約6個の範囲である。コップ製造のための好ましい方法では、それぞれ約1.9mm²の通気孔サイズを有する4個の通気孔を用いるのが好ましいことが見出された。

さらに、より高い含水量を有する成形用組成物のためには、より小さい通気孔を有する金型の使用が一般に好ましい。より多くの水が用いられるほど激しい反応が起き、これはコントロールされねばならない。通気孔が大きすぎると、成形工

程中に材料が通気孔から吹き出ることもあり得る。低含水量の組成物が用いられる場合は、通気孔サイズの重要性はより小さくなる。

ここで詳述するように、本発明の成形用組成物中の繊維、とくに丈長繊維、さらに他の軟化剤又は湿潤剤や可塑剤などの調整剤の含有は、離型工程直後又は短時間後に所望の柔軟性及び弾性を有するような離型製品をもたらす。これによって、繊維及び／又は無機充填材を含まない成形製品の場合に一般に要求される高湿度での従来の調整の必要が減るか、多くの場合、全く不要となる。それでも、成形製品の澱粉結合マトリックスのさらなる軟化又は調整が望ましければ、多く

の場合好ましくはないが、温度を上げた高湿度チャンバー中に一定時間置くことによって製品を調整することも可能である。

上記工程を以下に概述する澱粉系組成物の成分とともに用いて作出する本発明の細胞状製品の密度は、好ましくは約 $0.5 \sim 1 \text{ g/cm}^3$ 、より好ましくは約 $0.1 \sim 0.5 \text{ g/cm}^3$ 、最も好ましくは約 $0.15 \sim 0.25 \text{ g/cm}^3$ の範囲である。

残りの処理工程には、印刷及びコーティングなどの任意の工程がある。積み、袋入れ及び箱詰などとともにこれら工程は、紙、プラスチック、ポリスチレンフォーム及び他の有機材料などの材料から作られる従来の製品の場合と実質的には同様に行う。

VI. 形成に及ぼす成分的影響

微細構造工学的アプローチの実現促進のための成形用組成物の成分のそれぞれについて以下に検討する。検討には、各成分の性質及び好ましい割合、さらに各成分がいかに工程パラメーター、成形用組成物の特性及び最終製品と関連しているかが含まれる。

A. 澱粉系バインダー

本発明の無機充填された発泡製品の製造に用いられる成形用組成物は、その強度特性を澱粉系バインダーのゲル化及びこれに続く乾燥によって発揮する。澱粉は重合した糖分子（グルコース）からなる天然の炭化水素鎖である。植物は、澱粉をそれ自体の食物として及び種子として製造保存する。澱粉は顆粒状に形成され、これは二つのタイプのグルコースポリマーからなる。一つは一般に水及び他の溶媒に対して可溶性の単鎖アミロースで、もう一つは一般に水に不溶の分枝アミロペクチンである。

一般に澱粉顆粒は冷水に不溶であるが、外膜が例えば粉碎などで壊されると、顆粒は冷水中で膨化してゲルを形成することができる。そのままの顆粒を温水で処理すると、顆粒は膨化して可溶性澱粉（アミロース）部分が顆粒壁を通して拡散して、糊（ペースト）を形成する。熱水では、顆粒は破裂するまで膨化し、結果として混合物のゲル化が起きる。澱粉系バインダーが膨化してゲル化する正確

な温度は、澱粉系バインダーのタイプによって異なる。

ゲル化は、もともとは顆粒内に圧縮されているアミロースとアミロペクチン鎖が伸び出て、相互に絡み合う結果である。

水の除去後は、得られる相互連結ポリマー鎖のメッシュは、最高約40～50Mpaの引っ張り強さを有する固形物を形成する。アミロース及びアミロペクチンポリマーはまた、成形用組成物内の個々の充填材粒子及び繊維を結合させるためにも用い得る（これによって、高度に無機充填されたマトリックスが形成される）。綿密な微細構造工学によって、澱粉結合した容器及び他の製品を、約10Mpa又はそれ以上の曲げ強度を含む所望の諸特性を有するようにデザインすることができる。

澱粉は多くの植物で生産されるが、最も重要な源は穀物種子（例えば、トウモロコシ、蠟トウモロコシ、小麦、モロコシ、米及び蠟米）で、これらはまた、粉状及びひき割り状で用い得る。他の澱粉源には、ジャガイモなどの塊茎、タピオカ（すなわちカッサバ及びマニアク）、サツマイモ及びクズウロンなどの根茎及びサゴヤシの髄などがある。

本明細書及び添付クレームで用いられるように、「澱粉」又は「澱粉系バインダー」には非修飾澱粉（アミロース及びアミロペクチン）及び修飾澱粉を含む。修飾とは、澱粉をエステル化、エーテル化、酸化、酸加水分解、架橋及び酵素変換などの当業者に公知の一般的方法によって誘導体化すなわち修飾することを意味する。代表的修飾澱粉には、酢酸エステル及びジカルボン酸／無水物、とくにアルケニルコハク酸／無水物の半エステルなどのエステル、ヒドロキシエチル及びヒドロキシプロピル澱粉などのエーテル、次亜塩素酸などで酸化した酸化澱粉、燐酸オキシクロリド、エピクロロヒ

ドリン、疎水性カチオンエポキシドなどの架橋剤と反応させた澱粉、及びオルト燐酸又はトリポリ燐酸ナトリウム又はカルシウム及びこれらの組み合わせと反応させて調製した燐酸塩誘導体が含まれる。修飾澱粉にはまた、シーゲル、長鎖アルキル澱粉、デキストリン、アミン澱粉及びジアルデヒド澱粉が含まれる。

予めゼラチン化した澱粉系バインダーはまた、とくに一ステップ法を用いて、さらにまた予めブレンドした混合物調製において、澱粉系組成物に加えることができる。予めゼラチン化した澱粉系バインダーは、予めゲル化して、乾燥して、粉碎して粉末に戻した澱粉である。予めゼラチン化した澱粉系バインダーは冷水中でゲル化するため、そのような澱粉系バインダーを澱粉系組成物に加えて加熱前に粘性及び降伏応力を増加することができる。後で詳述するように、粘性及び降伏応力の増加は、繊維成分の分散を容易にし、沈殿を防止してより厚い細胞壁の形成を助けるために必要である。

非修飾澱粉系バインダーは有意に廉価で匹敵する製品を形成することから、一般に修飾澱粉系バインダーよりも好ましい。これら澱粉はきわめて廉価で、しばしば大量廃棄される無用の廃棄物として処理される。したがって、本発明の非修飾澱粉は大きな経済利益及び以前に廃棄されていたそのような材料の有用な用途をもたらす。好ましい澱粉系バインダーには、比較的低温度でゲル化して高粘性高降伏応力組成物を生産する非修飾澱粉が含まれる。例えば、好ましい澱粉の一つはジャガイモ澱粉で、これは速やかにゲル化して、約

65℃で最大の粘性及び降伏応力に達する。ゼラチン化ジャガイモ澱粉及び水を含む混合物の粘性及び降伏応力は、次いで温度をさらに上げると低下する。蠟トウモロコシ澱粉は同様に作用し、これも好ましい澱粉である。ジャガイモ澱粉及び蠟トウモロコシ澱粉の双方はゲル化した場合に高い粘性及び降伏応力を有する。既記したように、ゲル化澱粉の高粘性及び降伏応力は、予めブレンドした混合物の繊維分散能を大きく高める。ジャガイモ及び蠟トウモロコシ澱粉はまた、単一ステップで容易に膨張しゲル化するので好まれるが、同様な膨張性を有する澱粉であればいずれも二段階以上で膨張するものよりも好ましい。

従来の多くの澱粉使用では、例えば、ホットメルト法では、澱粉は最小量の水の存在下で温度を上げて極端な圧力下で加熱され、澱粉は熱可塑性物質（時に「脱構造化」澱粉とも呼ばれる）のように挙動するが、澱粉材料の可塑化のために加えられる少量の水と澱粉とを化学的により相和性にするために、比較的高いアミロース含量（45重量%以上）を有する澱粉の使用が必要であった。これは本

発明に澱粉系バインダーが使用される状態、すなわち最終成形製品の力学的特性への澱粉系バインダーの寄与がアミロース含量に依存しないのときわめて対照的である。事実、二つの最も好ましい澱粉系バインダー、すなわち非修飾性蠟トウモロコシ澱粉及びジャガイモ澱粉は比較的低いアミロース含量(それぞれ1～3%及び20～25%)を有する。上記のことから、適当な澱粉系バインダーのいかなるものでも適当な製品の形成

に使用し得るが、澱粉系バインダーは好ましくは、アミロース含量が約45%以下、より好ましくは約35%以下、最も好ましくは約25%以下である非修飾澱粉である。

澱粉系バインダーは本発明の組成物の主たる水親和性成分であって、多くの水酸基を含む。完全な乾燥製品では、個々の澱粉分子の水酸基は水素結合を形成し、これは堅固で脆弱な構造をつくる。水が添加されると、水の一部は澱粉マトリックスと化学的に結合する。結合されない添加水は全て「遊離水」に分類することができるが、これは澱粉の水酸基とともに作用して材料に弾力性と靱性を与える。このように最初に加えた水はまた、可塑剤としても作用する。真の澱粉系組成物は、水が組成物の約10～12重量%の量で存在するような平衡状態で水を吸収する。無機充填材及び繊維が澱粉系組成物に含まれると、組成物中の全澱粉量が減ることから、水は約2～6重量%、好ましくは約3～4重量%の量で平衡して存在する。

発泡構造マトリックスを調節するために種々のタイプの澱粉系バインダーを組み合わせることが好ましい。ジャガイモ澱粉と対照的に、トウモロコシ澱粉を含む混合物の粘性及び降伏応力は温度上昇とともに徐々に増加する。したがって、トウモロコシ澱粉製品は65℃ではジャガイモ澱粉と較べて比較的低粘性で低降伏応力組成物を生じるが、95℃ではジャガイモ澱粉と較べると比較的高粘性で高降伏応力の組成物を生じる。同一の混合物にトウモロコシ澱粉とジャガイモ澱粉を組み合わせることによって、製品内部における混合

物の粘性及び降伏応力は細胞が形成される時点で増加する。粘性の上昇は細胞サ

イズを小さくし、細胞壁の厚さを増し、その結果、製品の破壊靱性が増す。

本発明の澱粉系組成物中の澱粉系バインダーの濃度は、好ましくは全固体の約10～約80重量%、より好ましくは約30～約70重量%、最も好ましくは約40～約60重量%の範囲である。澱粉系バインダーの濃度は澱粉系組成物の約5～約50重量%、より好ましくは約10～約40重量%、最も好ましくは約15～約30重量%の範囲である。さらに、異なる澱粉を組み合わせることによって、広域の温度領域での組成物の粘性をより慎重にコントロールし、最終硬化製品の構造的特性に影響を及ぼすことができる。

B. 流体成分

流体成分は水及び濃化剤などの可溶性混合材料を予めブレンドした混合物又は最終澱粉系組成物のいずれかに加えることによってつくられる。水は粒子を潤滑化し、澱粉系バインダーを溶媒化又は少なくとも分散させ、澱粉系バインダーのゲル化のためのゲル化剤として作用する。水に加えて、澱粉系バインダーを分散してゲル化し、続いて成形用組成物から蒸発によって除去される液体であればいずれも流体成分に共溶媒として添加できる。さらに、潤滑剤、架橋剤、統合コーティング剤又は内部シーリング材料などの非蒸発性液体もまた添加できる。

澱粉系組成物全体への繊維の均質拡散能は主として混合物全体に相対する流体成分のレオロジーによって主として

決定されることを理解することは重要である。事実、固体成分を加えることによって混合物の降伏応力及び粘性を単に増加させただけでは、繊維分散は達成できないだろう。

本発明の製品の成形のための好ましい方法において、流体成分中の水及び他の揮発性溶媒は、加熱ダイ間の澱粉系組成物を水の沸点以上に加熱することによって実質的に除去される。水が他のほとんどの揮発性溶媒と較べて相対的に高い蒸発熱を有することから、澱粉系組成物内の水相の蒸発熱は低沸点アルコール又は他の共溶媒を水に加えることによって減らすことができる。エタノール及びイソプロピルアルコールなどのアルコールが、水と低沸点の共沸混合物を形成し、比較的廉価で入手が容易なことから、好ましい。

水はまた、降伏応力、粘性及び流体性を含む所望の流体学的特性を有する流体成分をつくり出す機能を有する。これらの特性は混合物の「作業性／加工性」又は流体的特性と一般に近似する。本発明の混合物の降伏応力及び粘性は比較的低い（薄いバター程度）からきわめて高い（糊又は粘土程度）までの範囲にあり得る。粘性が高くて材料が最初に未熟パン生地状である場合は、一般に混合物の粘性よりも降伏応力に注目した方がよい。降伏応力は混合物の変形に必要な力の量である。

少なくとも、成形した澱粉系組成物内で澱粉を分散させて均質にゲル化するためには十分量の水を加えなければならない。水含量はまた、用いる特定の製造機器で十分に機能するものでなければならない。以下に詳述するように、高粘性

及び降伏応力を有する組成物では混合して組成物を金型に移動させるためのオーガー装置を必要とする場合もある。これに対して、低粘性組成物では従来の混合機及びポンプを使用して混合物を移動することができる。粘土又はパン生地と同様の粘稠性を有する高降伏応力組成物は、小部分に切断して、機械的に金型間に位置することができる。

水含量の増加もまた、構造マトリックス中の細胞の数及びサイズを増し、得られる製品の密度を下げる。理論上は、混合物中の水が増えるほど生じる蒸気量が増し、結果として形成される内部の細胞数及び表面の小孔の数が増える。水含量が多すぎると、組成物は形状安定な亀裂のない製品をつくることができない場合もある。これに対して、より少量の水の使用によって、より小さい細胞を有するより高密度の製品ができる。

さらに、細胞及び小孔の数及びサイズは成形工程によって大きく影響されるが、混合物中の水が多いほど、細胞及び小孔のサイズが大きくなる。例えば、雄金型及び雌金型の温度に違いがある場合、蒸気は熱い金型から冷たい金型に移動する傾向にあり、したがって、より冷たい金型と接触する製品表面により多数の小孔が形成されることが見出された。さらに、金型間の距離を変えることで金型と成形製品間で蒸発する水分の通過が容易になり、それによって、製品表面上の水蒸気の側面移動の結果、ずっと滑らかな製品表面がつくり出される。

きわめて低粘性の混合物はまた、成分、とくに未ゲル化澱

粉系バインダー、繊維及び充填材粒子の沈殿を起こし得る。沈殿は、混合段階、移動段階又は形成段階に起き得る。沈殿は、バッチ毎に又は単一製品の構造マトリックス内で異なった特性を有する製品を生じ得る。実験によって、きわめて低粘性の組成物が雄金型と合わせる間に雌金型から流れ出る可能性があることも見出された。これは皿などの浅い製品でとくに著しい。

上記の検討から、澱粉系組成物内の水の割合は、一部は加工処理装置、所望の粘性及び所望の性質に依存する。本発明の混合物に加える水量は、全混合物の約15～約80重量%の範囲が好ましいが、正確な量は成形用組成物の所望の粘性によって異なり、より好ましくは約30～約70重量%である。

上記したように、本発明の組成物の粘性及び降伏応力は、多くの変数、例えば、含水量、レオロジー調整剤及び分散剤などの混合材料の存在、澱粉系バインダーのどの画分がゼラチン化されたか、及び充填材の密集密度によって異なる。成形用組成物の粘性及び降伏応力は、少なくとも一部は、特定の成形装置又は用いる方法に合わせて流体成分のレオロジーを変えることによって調整できる。

C. 繊維

本明細書及びクレームに用いるように、用語「繊維」及び「繊維材料」は、無機繊維及び有機繊維の双方を包含する。繊維は、セラミックなどの脆性材料に有効に組み入れることができ、材料の結合性、伸長能、たわみ能、靱性、破損エネ

ルギー、曲げ強度、引っ張り強さ、時には圧縮強さを増加する。一般に、繊維材料は、高度に無機充填された容器又は他の製品が切断力によって破壊される傾向を低減する。

既記したように、本発明の形成製品は、発泡又は細胞状(多孔性)構造マトリックスを有する。結果として、繊維と構造マトリックス間の荷重伝達のための界面表面域が限定される。すなわち、繊維は細胞を仕切っている壁によってのみ形成製品の構造マトリックスに連結されて、残りの繊維は細胞中に浮遊している。丈短繊維が使用された場合、平均繊維長と孔直径間の比によって、細胞内に完全に

収まるほどに小さいこともある。丈短繊維と製品の構造マトリックス間の接触が最小となる結果、繊維が短いほど本発明の最終成形製品への強度及び靱性の強化付与能は減る。したがって、約2mm以上の長さを有する丈長繊維が好ましい。一般に、製品の壁圧の少なくとも2倍の平均長を有する繊維を含むことが好ましい。それでも、製品がより小さい孔（すなわち約0.25mm以下）を有する場合、平均長が約0.3～約2mmの範囲の丈短繊維を適度に用い得るが、その場合、最終製品に同じ力学的特性を付与するにはそのような繊維がより多量に要求される。

無機充填マトリックスに取り込まれる好ましい繊維には天然の無機繊維が含まれるが、これには例えば、麻、綿、植物葉、サイザル、マニラ麻、バガス、木材（南方硬材などの硬材及び及び南方マツなどの軟材の双方を含む）、又は茎幹、穀皮、殻及び果実から抽出されたセルロース性繊維、又はガ

ラス、グラファイト、シリカ、セラミック又は金属材料からつくられる有機繊維が含まれる。さらに、強度及び柔軟性を付与する同等の繊維はいずれも本発明の範囲に包含される。唯一の制限は、無機充填した材料の他の組成成分と不利に反応することなく、またそのような繊維を含む材料から作った製品に、貯蔵又は分配する物質（例えば食品）を汚染することなく、繊維が所望の特性を付与することである。再生紙繊維も用い得るが、もとの紙製造過程で繊維が破碎されているために、あまり望ましくはない。入手可能な繊維を例示すると、サイザル繊維はInternational Fillerから、マニラ麻繊維は

フィリピンのIsarog Inc.から、Cemfill®などのガラス繊維は英国のPilkington Corp.からそれぞれ得られる。

繊維直径が大きいほど、等量の小直径繊維に較べてより小さい比表面積が得られる。繊維の露出表面積が減ると、繊維による水分吸収が少なくなり、したがって、水はより少ないエネルギーでより速やかに除去される。逆に、大きい比表面積を有する繊維はよりよく水分吸収し、これは澱粉系バインダーのゲル化反応と競合することができるが、これはまた最終製品の硬化した細胞マトリックスを強靱にして脆さを低減することができる。本発明に用いる繊維の平均直径は、約1

～約100 μ m、より好ましくは約5～約50 μ m、最も好ましくは約10～約20 μ mの範囲である。

繊維の縦横比（長さ／直径）は重要な因子であるが、より高い平均縦横比が好ましい。繊維の平均縦横比は、約25：1～約2500：1、好ましくは約100：1～約1000：

1の範囲である。繊維の平均長もまた重要であるが、本発明においてはより長い繊維丈が好ましい。一般に有用な丈長繊維の平均長は、好ましくは約2mm以上、より好ましくは約3.5mm以上、さらに最高約25mmの長さである。よく分散されれば、綿リントーのような平均長約0.3～約2mmを有する丈短繊維も本発明の製品を有意に強靱にすることができるが、一般に丈長繊維が形成製品の構造マトリックス内によりよく固定される。

繊維は、最終製品の強度及び柔軟性を増すために本発明の組成物に加えられる。繊維は、表皮の柔軟性を増すことによって製品外側の強靱な表皮の形成を助ける。繊維含量は、最終製品の発泡構造マトリックス全体に均一であるが、表皮では発泡した内部よりも密度が高いため見かけの含量は高くなる。また、内部は表皮部分より流体を長く保つことから、ある量の繊維は製品の形成中に表面に向かって移動することが考えられる。事実、本発明の組成物及び方法は、製品壁の表面部と内部間に真の薄層構造を有する製品を作出することが発見された。実際、製品壁の外層の緻密になった表皮は、製品表面にコーティングを加えたり、構造マトリックス内に耐水性ポリマーを加えることなしに、水分抵抗性を増強する。

とくに好ましい繊維には、平均繊維長約3.5mmを有する乾燥パルプシートからの軟材繊維及び平均繊維長約6.5mmのマニラ麻繊維が含まれる。単位容量当たりの繊維数は、小直径の繊維では同丈でより大きい直径のものと比較して

多くなろう。形成製品の強度を上げるには単位容量当たりの繊維数は多い方が好ましく、等量では丈長繊維の方が丈短繊維のものよりも靱性を高める。用い得る他の繊維には硬材繊維があるが、これは平均長約1.5mmを有する。

約1mm以下のきわめて短い繊維も使用できるが、本発明では、とくにより大

きい孔直径を有する製品においては、あまり好ましくはない。より高度に発泡した製品の発泡構造マトリックスの孔サイズは0.25mm以上であり得ることから、より短い繊維は2、3個の孔にまたがるのみである。したがって、澱粉結合マトリックスの平均孔サイズが小さくなればその効果が増すことが期待されるが、丈短繊維の最終製品の強度及び靱性への寄与は少ない。それでも、約0.3～約1mmの範囲の平均長を有する綿リントーでさえも、その丈短を補償するような多量（通常、成型用混合物の少なくとも約15～20重量%）を用いれば、いくらかの強化効果を付与することができる。最低許容強度を有する製品が、平均繊維長約0.3mmを有する細綿リントーを澱粉系組成物の約20重量%の濃度で用いて製造された。

本発明の組成物に用いる繊維は、成形用組成物及びそれから形成する発泡製品にきわめて特異的な効果をもたらす。ピーク負荷、ヤングの弾性率、ひずみ及び破損エネルギーによって測定され得る靱化効果がある。これら特性の多数例を、本発明の組成物に関して後の実施例にあげる。繊維はまた、降伏応力及び粘性を上げることによって組成物に流体学的効果を示す。

また、繊維によって、製品が材料の亀裂などの損傷を起こすことなく製品が離型されるような、より大きい時間枠ができる。過熱によってすべての水が混合物から除去されたとしても、繊維は全マトリックスを強化して製品の収縮を防ぐことから、繊維は形成された構造マトリックスの亀裂を防ぐであろう。成形用混合物は、また、製品へを損傷することなく、やや低温で加熱することもできる。低温加熱では形成製品中により多くの遊離水を残し、これは繊維による内部強化効果がなければ通常は構造マトリックスの膨張及び破裂を招く。したがって、繊維はまた、適当量の水を製品内に保持して製品の靱性及び柔軟性の向上を助けることができる。そのため、ほとんど又は全く損傷することなく、製品を金型から出してすぐに取り扱うことができる。

過去において、薄壁部分の過熱又は過乾燥なしには製品のより厚い壁部分からの適当量の水除去が不可能だったことから、異なる厚さの断面壁を有する製品の作出は困難だった。換言すれば、製品から水を不均一に除去することができない

、すなわち、薄壁部分の必要レベルまでの乾燥では厚壁部分が脆弱になって離型できず、厚壁部分の必要レベルまでの乾燥では薄壁部分に亀裂やカラメル化が生じるというジレンマである。しかし、適当量の繊維の含有によって、マトリックスの強度に実質的な影響を及ぼすことなく異なる量の水をマトリックス中に含ませることができ、それによって異なる断面厚を有する製品の形成が容易になる。

加えて、繊維によって、最終製品の密度を変えるために

最初に加え得る水の量を大きく調整することが可能になる。これは純粋な澱粉材料では不可能である。水は発泡剤として作用し、したがって、より多量の水を成形用混合物に加えると、発泡が増して、最終製品は低密度になる。より少量の水を用いると、発泡が減って、最終製品はより高密度になる。このように、成形用混合物中の水量を変えるだけで、最終製品の密度を変えることができる。繊維は形状安定性及び内圧耐性を大きく増加させることから、繊維は成形用混合物中の水の動作域を広げる。

成形用混合物に加える繊維量は、最終製品の所望の性質によって異なり得る。曲げ強度、靱性、柔軟性及びコストは、混合デザインに加える繊維量の主な決定因子である。好ましい繊維濃度は成形用混合物の約1～約40重量%、さらに好ましくは約2～約20重量%、最も好ましくは約3～約10重量%の範囲である。全固体重量に関していえば、繊維濃度は固体の約2～約80重量%、さらに好ましくは約4～約40重量%、最も好ましくは約5～約20重量%の範囲である。

ある種の繊維及び無機充填材はある種の澱粉系バインダーと化学的に相互作用するか、それと結合することが公知であり、これは本発明に材料のまた別の特徴を加える。例えば、多くの繊維及び無機充填材は陰イオン性で、負の電荷を有していることが公知である。したがって、澱粉系バインダーと陰イオン性繊維及び無機充填材との相互作用を最小にするために、陽イオン性澱粉などの正に負荷した有機バインダーを加えることが有利であろう。

最後に、繊維を種々の物質で被覆して、最終製品の所望の特性を向上させるこ

とができる。例えば、繊維を被覆して、最終製品をより水吸収抵抗性にすることができる。よりよい水抵抗性は、繊維をロジン及び明礬 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) 又は $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2$ を用いて処理することによって得ることができ、後者はロジンを繊維表面に沈積させて、それを高度に疎水性にする。明礬によって形成されるアルミニウム綿状沈殿物は、陽イオン性澱粉などの正に負荷した有機バインダーのための陰イオン性吸収部位を繊維表面につくり出す。加えて、エトリンジヤイトを繊維の表面に形成して、繊維と澱粉系バインダー間の相互作用又は界面を向上させることができる。最後に、表面に沈殿したラテックスを有する繊維は、繊維と澱粉結合マトリックス間により柔軟性の界面をもたらす。

D. 骨材

本明細書及び添付クレームで用いる用語「骨材」及び「充填材」は、無機及び不活性有機粒子の双方を含むが、一般には繊維を含まない。さらに用語「不活性有機粒子」とは、澱粉系組成物内での結合剤としての主に化学的又は物理的な作用を意図しない有機成分を含むものと定義する。不活性有機粒子の例としては、種子、穀粒、コルク、プラスチック球が挙げられる。本発明の範囲内のほとんどの骨材は水に不溶であるが、中には水に僅かに可溶性のものもあり、沈殿又は重合によってその場で形成される骨材もある（しかし、多くの種子は、成形用混合物中に遊離されて混合物内に結合力を

付与するに十分な高濃度の澱粉タンパク質又は他の重合性物質を高濃度で含む）。

無機充填材は一般に任意であるが、充填材又は骨材含量の高い製品は一般に安価に製造され、圧縮強度が大きく、マイクロウェーブ処理されたときにより安定性を有し、環境への影響が少ない。研究によって、本発明の機能的製品は最終製品の0～約80重量%の充填材を用いて製造できることが見出された。材料コストの観点から、相対的に高価な澱粉系バインダーをより廉価な骨材に置き換えることがより経済的である。例えば、他の全変数を一定にして、炭酸カルシウム濃度の40%の上昇は、約30%の澱粉系バインダー使用の節約をもたらす。無機充填材の添加は最終製品の密度を高める傾向にはあるが、澱粉系バインダーと比

較してそのような充填材がきわめて低コストであるために、使用澱粉系バインダーの量が有意に減る限りはそれはより経済的である。

また、充填材の増加は製造面からも有利である。澱粉が水と本来親和性を有することから、充填材を増量した組成物からの水除去のために要求されるエネルギーは少ない。充填材含量を上げることによって、水を吸収する澱粉系バインダーがより少なくなり、澱粉系バインダーのゲル化に必要な水量がより少なくなる。したがって、形状安定した製品の製造に要する水、時間及びエネルギーが少なくてすむため、製造コストが低減する。さらに、無機骨材はまた、構造マトリックス全体をより速やかにより均一に加熱するための手段としても用いられる。結果として、形状安定した製品がより短時

間に製造できて、それはより均質の断面を有する。

適切な充填材の選択によって、最終製品の比熱もまた低減できる。例えば、炭酸カルシウムを用いて製造した製品は、澱粉のみを含む製品に較べてより低い比熱を有することが見出された。その結果、そのような製品は、製品を有意に加熱することなく、食物又は他の物品の加熱に用いることができる。例えば、本発明の製品は、製品を破壊することなく、オーブン又はマイクロウェーブ中で食物を加熱又は調理するために使用することができる。低比熱を有する充填材を選択することによって、本発明の製品は、 20°C の温度で約 $0.3\text{ J/g}\cdot\text{K}$ ～約 $2.0\text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、より好ましくは約 $0.5\text{ J/g}\cdot\text{K}$ ～約 $1.5\text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、最も好ましくは約 $0.7\text{ J/g}\cdot\text{K}$ ～約 $1.0\text{ J/g}\cdot\text{K}$ の範囲の比熱を有するように製造できる。

充填材含量の増加はまた、製品の構造マトリックスの形状を変えるためにも有益である。上記したように、製品成形中の混合物からの水分除去が不十分な場合、残りの水が混合物の金型への粘着、さらに亀裂又は発泡を起こし得る。製品の亀裂はまた、あまりに多量の水分が混合物から除去されると起きる。したがって、製品を加熱金型から取り出してからの亀裂又は製品への粘着を防ぐための時間枠(金型の熱及び混合物中の水分量などの変数に依存する)がある。他のすべてが同じであれば、この時間枠は、成形用混合物中の澱粉系バインダーの濃度が増すにつれて狭くなる。加えて、金型からの製品除去のための時間枠が狭まると、製

品全体に異なる厚

さの断面を有する製品の製造はより困難になる。これに対して、研究によって、無機材料の割合が増加して澱粉系バインダーの割合が減少するにつれて、粘着又は亀裂なしで金型から製品を除去できる時間枠が広がることを見出された。結果として、無機骨材を含む組成物を用いて、異なる断面厚を有する製品をより効果的に製造することができる。

用いる充填材のタイプの選択によって、充填材の特性を最終製品に伝達することができる。本発明に用いられる骨材材料は、得られる無機充填製品の圧縮強度、弾性率及び断熱性を増加させるために加えることができる。さらに、雲母、タルク及びカオリンなどの平たい表面を有する平板状骨材を用いて、より滑らかな表面仕上げを有する製品を作出することができる。一般に、炭酸カルシウムなどのより大きい骨材は粗い表面を、より小さい粒子はガラス状の表面をもたらす。最後に、高充填材含有には、環境的利点がある。高充填材含量を有する製品は、より容易にそれらの天然成分に分解され、これによって視覚的汚染を最小にできる。さらに澱粉系バインダーを最小にすることによって、澱粉含有植物の消費、又は使い捨て製品の廃棄時にリサイクル又は堆肥化せねばならない澱粉の量が減少する。

粒子パッキングは、組成物中に大きな割合で含まれる無機材料の量を最大にするために用いられる好ましい工程である。粒子パッキングは、骨材の異なるサイズ、形状及び濃度を選択して、粒子間の隙間を最小にしてパッキング（密集）密度を最大にする工程である。

隙間を最小にすることによって、隙間空間を埋めるために必要な水及び澱粉系バインダー、ひいては組成物全体量が少なくなる。骨材粒子の結合及び所望の物理特性の付与に必要な最小量に澱粉系バインダー量を減らすことによって、最終製品中の無機材料の割合を、所望の強度及び流体学的特性を実質的に犠牲にすることなく、増加することができる。それだけで、製品コストが減少し、上記の特性が向上する。

パッキング密度を最大にするために、約 $0.05\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$ の広範な種々の粒子サイズを有する骨材を用いることができる。細胞壁の強度を最大にするために、粒子は細胞壁の $1/4$ 以上の大きさではないことが望ましい。最小破壊表面を有する球状粒子は、高密度にパッキングできて、より低い比表面積を有することから、好ましい。一サイズ域内での平均粒子サイズは次の最小粒子域の粒子サイズのおよそ10倍であることが好ましい（多くの場合、この数値は合わせる異なる骨材の相対的自然パッキング密度によって異なる）。例えば、二成分系では、粗成分の平均粒子サイズは細成分の平均粒子サイズの約10倍であるのが好ましい。同様に、三成分系では、粗大成分の平均粒子サイズは中位サイズ成分の平均粒子サイズの約10倍であるのが好ましく、この中位サイズ成分は、同様に微細成分のサイズの約10倍であるのが好ましい。それでも、より異なるサイズの粒子を加える場合、粒子サイズ域間の比は必ずしもこのように大きい必要はなく、場合によっては2倍と小さくてもよい。

好ましい実施態様において、本発明の発明者の一人が共著

者である次の文献に開示された粒子パッキング法に基づいて、所望のパッキング密度を得るための骨材を選択する。すなわち、Johansen, V. and Andersen, P. J., "Particle Packing and Concrete properties (粒子パッキング及びコンクリート特性)", Materials Science of Concrete II, 111-147, The American Ceramic Society (1991)。さらなる情報は、Anderson, P. J. の博士論文 "Control and Monitoring of Concrete Production-A Study of Particle Packing and Rheology (コンクリート製造のコントロール及びモニター-粒子パッキングの研究及びレオロジー)", The Danish Academy of Technical Sciences 中に見られる。粒子パッキングの好ましい方法はまた、1993年8月18日に出願された Per Just Andersen and Simon K. Hodson の米国特許出願第08/109,100号 "Design Optimized Compositions and Processes for Microstructurally Engineering Cementitious Mixtures (微細構造工学的セメント混合物のためのデザイン最適化組成物及び方法)" で詳細に検討されている。開示を目的として、上記文献、博士論文及び特許出願をここに特別参考文献として組み入れる。

澱粉系バインダーの必要量もまた、骨材のサイズ及び形状に依存する。大きな比表面積を有する骨材は、より小さい比表面積を有する等量の骨材と比較して、より多くの澱粉系バインダーを粒子の被覆に要する。加えて、より大きい比表面積は粒子表面の被覆において混合物中の使用できる水をより多く使い、その結果、澱粉と反応してそれをゲル化するた

めに用い得る水が少なくなる。したがって、無機材料を最大量にして、澱粉系バインダーの量を最小にするために、より小さい比表面積を有する骨材が好ましい。本発明の高度に有機充填された製品において用いる骨材の好ましい比表面積は約 $0.1 \sim 400 \text{ m}^2/\text{g}$ 、より好ましくは約 $0.15 \sim 50 \text{ m}^2/\text{g}$ 、最も好ましくは約 $0.2 \sim 2 \text{ m}^2/\text{g}$ の範囲である。相対的に小さい比表面積を有する粒子は、一般に直径がより大きく、より球状の形状を有する。それでも、骨材粒子の好ましい平均直径は、内部細胞マトリックスの細胞壁厚の約0.5倍以下、より好ましくは、約0.3倍以下、最も好ましくは細胞壁厚の約0.2倍以下である。

本発明に使用できる骨材には多様なタイプがある。製紙産業で一般的に使用される無機材料及びコンクリート工業で用いられるより細かく粉砕された骨材材料が、本発明の成形用混合物中に使用できる。しかし、骨材又は無機充填材粒子のサイズは、製紙産業で一般に用いられる無機充填材材料の粒子よりは何倍も大きく、これによってコストが大きく低減する。

有用な骨材の例には、パーライト、バーミキュライト、砂、砂利、岩石、石灰岩、砂岩、ガラスビーズ、エーロゲル、キセロゲル、シーゲル、雲母、粘度、合成粘度、アルミナ、シリカ、フライアッシュ、融解石英、平板アルミナ、カオリン、ミクロスフェア、中空ガラス球、多孔性セラミック球、石膏（硫酸カルシウム二水和物）、炭酸カルシウム、アルミン酸カルシウム、軽量ポリマー、xonotlite（結晶珪酸カルシウム

ゲル）、軽量発泡粘度、水和又は非水和水硬セメント粒子、軽石、剥離岩石及びその他の地質材料が挙げられる。本発明の容器及び他の製品は、新たな成形用混

合物に骨材充填材として加えるだけで、容易に有効にリサイクルすることができる。

乾式粉碎された炭酸カルシウムは、湿式粉碎による炭酸カルシウムの三分の一のコストで得られることから、好ましい無機骨材である。好ましい炭酸カルシウムはR040であって、その粒子サイズは約10～150ミクロンの範囲で、平均粒子サイズは約42ミクロンで、低表面積比を有する。粘土及び石膏はともに、入手が容易であること、きわめて廉価であること、ワーカビリティ、成形の容易さ及び、十分量が用いられた場合（石膏半水和物の場合）にある程度の結合及び強度に寄与することから、とくに重要な骨材材料である。石膏半水和物は、成形用混合物内の水と反応できることから、成形用混合物の硬化の手段として、あるいは少なくとも形状安定性を増すために使用できる。

石膏はまた、本発明の組成物中の澱粉-水反応に影響を及ぼさないことから、有用な骨材材料である。石膏は、約97℃に加熱されると脱水して、半水和物を形成する。脱水によって、その濃度により堅固な構造物に硬化することができ、これによって、遅いが追加の結合力を最終製品に付与する。水

硬セメント又はタイロース®などの他の可能なバインダー

は、澱粉と水との間のゲル化反応を妨げるので好ましくない。場合によっては、骨材粒子の表面にエトリンジャイトを形成

して、骨材粒子と澱粉系バインダーとの間に相互反応及び結合界面を向上させることが望ましいこともある。

成形用混合物及びそれから作られる製品の性質のために、多量の間隙を有する軽量骨材を含んで、成形製品に断熱効果を付与することも可能である。成形製品に軽量性及び高断熱性を付加し得る骨材の例としては、パーライト、バーミキュライト、ガラスビーズ、中空ガラス球、合成材料（例えば、多孔性セラミック球、平板アルミナなど）、コルク、軽石及び軽量発泡粘度、砂、砂利、岩石、石灰岩、砂岩及び他の地質材料が含まれる。

多孔質骨材はまた、成形中の製品から好ましくない気泡を除去するために用い

ることができる。溶媒は、成形用混合物から、まず金型の表面に移動して、次いで金型表面に沿って通気孔に移動する。気泡が雄金型と製品の外側表面との間に閉じ込められて、それによって表面が痘痕状に傷つく可能性がある。成形用混合物内の多孔質骨材は、この閉じ込められた気体のかなりの部分を吸収して、痘痕状傷が生じるのを妨げるのに役立つ。閉じ込められた気泡はまた、真空を用いることによって除去できる。

ゼオライトを含む多孔質の軽量骨材は、成形プロセス中の製品の調整の手段としても用い得る。多孔質骨材は可塑剤又は水に予め浸漬することができる。予め浸漬した骨材を含む混合物を加熱して製品を形成すると、水は混合物の他の部分からよりもより緩やかに多孔質骨材から遊離する。その結果、水の一部は形状安定な製品中の多孔質骨材内に保持され得

る。製品が成形されて加熱金型から取り出されると、多孔質骨材内の水は周りの構造マトリックス中に拡散して、これによって構造マトリックスが調整され、軟化される。

無機充填混合物に添加し得る他の部類の骨材には、シリカゲル、珪酸カルシウムゲル、珪酸アルミニウムゲルなどのゲル及び微細ゲルがある。これらは通常の骨材材料と同様に固体のかたちで加えるか、又はその場で沈殿させてもよい。これらは水を吸収する傾向にあるので、添加によって成形用混合物の含水量を低減することができる（これは粘性及び降伏応力を上げ得る）。

さらに、シリカ系ゲル及び微細ゲルの高度な吸湿性のために、これらは最終硬化製品内の水分調整剤として使用できる。ゲル及び微細ゲルの空気からの水分吸収によって、製品は通常の大気条件下で予め決められた量の水を保持する（当然のことながら、空気からの水分吸収速度は、空気の相対湿度と相関する）。製品の水分量を調節することによって、製品の伸長性、弾性率、折り曲げ能、折り畳み能、柔軟性、変形能がより細かに調節できる。

本発明製品の熱伝導度すなわち「 k 因子」（ $W/m \cdot K$ で定義される）は、発泡構造マトリックスを調節することによって選択できる。製品は、構造マトリックス中の細胞を高濃度にするによって低 k 因子を有するように形成することが

できる。さらに高い断熱能を有する容器又は他の製品を得ることが望ましい実施態様においては、高度に無機充填したマトリックスに低熱伝導度を有する軽量骨材を取り入れる

ことが好ましい。一般に、きわめて低い k 因子を有する骨材もまた、多量の閉じ込められた空隙、空気、気体混合物又は部分的真空などを有するが、これらもまたそのような骨材の強度を低減する。したがって、断熱と強度のための考慮は競合する傾向にあり、特定の混合物をデザインする場合には慎重にバランスをとらなければならない。

好ましい断熱性軽量骨材には、発泡又は剥離したバーミキュライト、パーライト、か焼した珪藻土及び中空ガラス球などがあり、これらはすべて多量の抱合空隙を含む傾向にある。しかし、これら例示は他を排除する意図はなく、これらの骨材は低コスト及び入手の容易さから選択されただけである。それでも、容器又は他の製品に十分な断熱性を付与することができる低 k 因子の骨材はいずれも、本発明の範囲に包含される。上記を鑑みて、成形用混合物に添加できる骨材の量は、種々の因子、すなわち他の添加成分の量及びタイプならびに骨材自体の粒子パッキング密度などによって異なる。細胞構造及び軽量骨材の添加を調節することによって、製品を約 $0.03 \sim 0.2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ の好ましい k 因子を有するようにつくることができる。断熱性製品は、より好ましくは約 $0.04 \sim 0.06 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ の範囲の k 因子を有することができる。非断熱性製品は、より好ましくは約 $0.1 \sim 0.2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ の範囲の k 因子を有することができる。

無機骨材は、無機充填された成形用混合物中の全固体の約 $0 \sim 80$ 重量%の範囲の量で含ませることができるが、好ましい量は最終成形製品の所望の適正時間及び／又は成形

用混合物の所望のレオロジーによって異なる。もし含まれるとすれば、無機骨材は、澱粉系組成物中の固体の約 $20 \sim 80$ 重量%、より好ましくは約 $30 \sim 70$ 重量%、最も好ましくは約 $40 \sim 60$ 重量%の範囲の量で添加される。含まれるとすれば、不活性有機骨材は、好ましくは全固体の約 $5 \sim 60$ 重量%の

範囲で含み得る。もし含まれるとすれば、密度が約 1 g/cm^3 以下と定義される軽量骨材は、好ましくは無機充填された成形用混合物の約 5 ～ 約 85 体積%、より好ましくは約 15 ～ 約 65 体積%、最も好ましくは約 25 ～ 約 55 体積%の範囲の量で添加される。

E. 離型剤

成形されたばかりの製品の離型を容易にするために、離型剤を成形用組成物に添加することができる。中及び長鎖脂肪酸、それらの塩及びそれらの酸誘導体が、離型剤として用い得る。好ましい中鎖及び長鎖脂肪酸は、一般に植物及び動物脂肪の生産中に見出され、 C_{12} 以上の炭素鎖を有する。最も好ましい脂肪酸は、 $C_{16} \sim C_{18}$ の炭素鎖を有する。ここで使用する脂肪及び塩は、純粋物として存在する必要はなく、主要成分であればよい。すなわち、より短い又は長い鎖長の脂肪酸、さらに対応する不飽和脂肪酸がそこに存在していてもよい。

本発明に用い得る好ましい離型剤には、疎水性で水に不溶のステアリン酸塩が含まれる。ステアリン酸塩は、ステアリン酸の塩であって、一般式 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-\text{X}^+$ で示されるが、式中、 X^+ は Al 、 Mg 、 Na 、 K 又は Ca

イオンであり得る。ステアリン酸塩は、どの塩が用いられたかによって異なる特有の融点を有する。ステアリン酸アルミニウムは FDA によって承認された好ましい離型剤である。ステアリン酸アルミニウムは、 110°C の低融点を有し、成形製品により滑らかな表面仕上げを付与する。一方、ステアリン酸亜鉛は健康有害物であって、とくに食物又は飲料用容器の形成には使用を避けねばならない。一般により低い融点又はステアリン酸塩量の増加によって、より滑らかな表面が成形製品に付与され得る。

ステアリン酸は油脂防止性又は耐性で、製品の成形時間を減らすことができ、よりよい表面内容をもたらし、熱伝達させ、連続相を形成する。新しい金型を使用して製品を形成する場合、形成される組成物中のステアリン酸塩を用いて慣らし (seasoning) プロセスがなされる。形成される製品は、最初の 2、3 操業工程の間に成形毎に表面仕上げ外観がよくなる。製品の表面のステアリン酸塩が最初の 2、3 操業工程中に金型表面に移されて、金型に慣らし効果を与えるようで

ある。

シリコーンもまた、離型剤として用いることができる。燐脂質とグリセリドとの混合物であるレシチンは、成形用混合物の粘着性を減らして、離型を容易にして、形成される製品の柔軟性を向上することができる。

パラフィン及び蜂蝋などの種々のワックス及びテフロン系材料もまた、離型剤として用いることができる。ワックスの使用のさらなる利点は、後述するように、それが統合コー

ティング剤として作用することである。CaS、珪酸カルシウム及びレシチンなどの他の材料もまた、離型剤として作用することが見出された。さらに製品の離型を容易にするために、金型を磨いたり、クロムメッキしたり、ニッケル、テフロン又は製品が金型に接着するのを妨げるような他の材料などで被覆することができる。

上記の離型剤は、好ましくは全固体の約0.05～15重量%、より好ましくは約0.1～約10重量%、最も好ましくは約0.5～約1重量%の範囲である。ステアリン酸塩などの離型剤は一般にきわめて高価であることから、より少量の離型剤を用いることが好ましい。

F. レオロジー調整剤

レオロジー調整剤は、二ステップ混合法で予めブレンドした混合物をつくるために使用する澱粉系バインダーの量又は一ステップ又は二ステップ混合法における澱粉系組成物全体の量と相対して多量の水が含まれる場合に、成形用混合物の降伏応力及び結合性を上げるために加えることができる。レオロジー調整剤はまた、「濃化剤」とも呼ばれる。レオロジー調整剤すなわち濃化剤は、少なくとも二つのきわめて明瞭な理由で加えられる。すなわち、(1)一ステップ又は二ステップ混合法を用いる場合の流体成分の繊維均質拡散能を高めること、及び(2)固体成分の沈殿、分離又は、澱粉系組成物の均質混合後の流体成分からの隔離を防止することである。もちろん、濃化剤は両機能を果たすことができる。流体成分の所望のレオロジーによって、当業者は混合

物に加えるレオロジー調整剤のタイプ及び量を選択することができる。それでも、澱粉系バインダーのゲル化を実質的に妨げないような量のレオロジー調整剤を含むことが一般に好ましい。修飾された又はゼラチン化澱粉を濃化剤として用いることができるため、ゼラチン化澱粉系バインダーが混合物中に存在する水と未ゲル化澱粉系バインダー成分との間のゲル化反応と化学的に相和してそれを有意に妨げないことから、多くの場合、そのゼラチン化澱粉系バインダーの濃化効果に全面的に依存することが好ましいかもしれない。

種々の天然及び合成有機レオロジー調整剤を用いることができ、それらは降伏応力、粘性及び水への溶解性などを含む広範な特性を有している。適当なレオロジー調整剤にはセルロース系材料があり、例えば、メチルヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシメチルエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、メチルセルロース、エチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシエチルプロピルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロースなどがある。広範な範囲での変更が可能であって、それをここに例示はしないが、同じ又は同様の性質を有する他のセルロース材料もまた、十分に用い得る。

他の天然多糖類系レオロジー調整剤には、例えば、アルギン酸、フィココロイド、寒天、アラビアゴム、グアールガム、ニセアカシアゴム、カラヤゴム、キサントガン及びトラガカントゴムなどがある。適当なタンパク質系レオロジー調整

剤には、例えば、ゼイン (Zein®)、トウモロコシ由来のプロラミン)、コラーゲン (ゼラチン及びにかわなどの動物結合組織から抽出される誘導体) 及びカゼイン (牛乳由来) などがある。

最後に、水分散性の適当な合成有機レオロジー調整剤には、例えば、ポリビニルピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリビニルアルコール、ポリビニルメチルエーテル、ポリアクリル酸、ポリアクリル酸塩、ポリビニルアクリル酸、ポリビニルアクリル酸塩、ポリアクリルアミド、酸化エチレンポリマー、ポリ乳酸及びラテックス (これは水エマルジョン中に形成される多様な重合可物質を含む広範なカテゴリーで、例えばスチレン-ブタジエン共重合体などがある) などがある。合成有機ポリマー、とくにポリビニル化合物はまた、澱粉系バインダー上

に疎水性表面をつくる膜バインダーとして用いられる。疎水性表面は、混合プロセス中の澱粉系バインダーによる水吸収速度を遅らし、それによって形状安定な製品がより速やかに形成される。

G. 分散剤

本明細書及び添付クレームで用いる用語「分散剤」は、澱粉系組成物の粘性及び降伏応力を低減するために加えることができる物質の部類を意味する。加えるとするば、これらは好ましくは繊維を均質に分散した後に加える。より詳細な分散剤の使用については、Andersen, P. J. の修士論文の “Effects of Organic Superplasticizing Admixtures and their Components on Zeta potential and Related Properties of Cement Materials (有機超可塑化混合材料及びその成分のセ

メント材料のゼータ電位及び関連特性に及ぼす影響)” (The Pennsylvania State University Materials Research Laboratory, 1987) に記載がある。開示の目的で、上記修士論文をここに特別参照文献として組み入れる。

分散剤は、骨材粒子の表面及び／又は粒子のほぼコロイド状の二重層内に吸収されることによって一般に作用する。これによって、粒子の表面又はその周囲に負の電荷が生じ、それによって粒子は互いにはじき合う。この粒子の反撥は、それがなければより強い相互作用を粒子に起こさせる摩擦又は親和力を低減することによって「潤滑性」を加える。これによって、材料のパッキング密度がいくらか増して、澱粉系組成物のワーカビリティを維持しながら水添加を少なくすることができる。分散剤によって、有意量の水添加内で金型により容易に流体するような低粘性の成形しやすい混合物がつくりだされる。したがって、そのような混合物は、例えば高密度の製品の製造に適する。さらに、分散剤の使用は、優れた表面質を有する製品の作出をもたらすことが見出された。

H. 他の混合材料

最終製品に所望の特性を付与するために、種々の他の成分を成形用混合物に加えることができる。例えば、カルボヒドラーゼ、アミラーゼ及びオキシダーゼなどの酵素は澱粉顆粒の表面に穴をつくり、これによって、未ゲル化澱粉が使用さ

れる場合に澱粉系バインダーはより速くゲル化する。その結果、混合物の粘性はより速く上昇し、それによってより強く、

より均質な細胞構造を有する製品がつくりだされる。

製品は、澱粉分子内で水を堅く結合する成分を加えることによって(加湿チャンバーを使用して柔軟性を得るのとは対照的に)所望の柔軟性を有するように初めに形成することができる。これは、湿潤性又は潮解性の MgCl_2 、 CaCl_2 、 NaCl 又はクエン酸カルシウムなどの化学物質の添加によって達成できる。これら化学物質のすべてが容易に水に溶解するため、澱粉分子内に水を分布して保持することができ、より均質な水分分布が得られる。そして、その水分が柔軟性を向上させる。

柔軟性はまた、成形用混合物に軟化剤又は可塑剤を加えることによって得られる。そのような可塑剤には、ポリソルベート60、SMG、モノ及びジグリセリド及び蒸留モノグリセリドなどがある。成形プロセス中の混合物によって到達される最高温度以上の沸点を有する他の特殊な可塑剤もまた、使用できる。ポリエチレングリコール(600MW以下)、グリセリン及びソルビトールを含むこれらの化学物質は、水にとって代わって、5%の低い水分で可塑剤として機能するのに役立つ。これらは、澱粉分子のヒドロキシル基と結びついて、ヒンジ様構造をつくると考えられている。可塑剤は成形プロセス中に蒸発しないことから、形状安定の製品中に保持されて、それによって澱粉系マトリックスを軟化する。成形製品内の過熱水の沸点以上であるが金型内の成形製品の表面又はその近くで達成される最高温度以下の融点を一般に有する統合コーティング材料を、用いることができる。こ

れには、ワックス、ポリ乳酸、セラック又は他のポリマーが含まれる。さらに、一般に細胞マトリックスをより耐水性にするために、ポリビニルアルコール及びラテックスなどの内部シーリング剤が用いられる。最後に、ジアルデヒド、メチル尿素及びメラミンホルムアルデヒド樹脂などの架橋混合材料を混合物に加えて、より低水溶性の澱粉系バインダーを作出することができる。架橋混合材料は澱

粉系バインダーのヒドロキシルイオンと結合して、これによって澱粉系バインダーの水再吸収速度が遅くなる。その結果、最終製品はより速やかに形状安定になり、より強度が増し、液体をより長時間漏らさずに保持できる（例えば、コップがより長時間漏れない）。

V. 製造装置、条件及び結果

本発明の製品の製造は、複数ステップの工程によって行われる。ステップには、最初の予めブレンドした混合物及び最終成形用組成物を含む混合物の調製、及び組成物の所望の製品への成形が含まれる。さらなる任意の製造工程には、例えば、印刷、被覆、調整及び最終製品の包装などが含まれる。工程ステップに用いる装置について、以下に検討する。本発明の製品は、ポリスチレンフォーム、紙、プラスチック、セメント及び澱粉系材料の分野の当業者によく知られた従来の装置機器を用いて調製することができる。しかし、装置機器は、本発明製品が製造できるような機能的システムを構成するように特別に組み合わせて配置しなければならない。さ

らに、製品の生産を最適化するために、装置機器のわずかな修飾改変が必要かもしれない。本発明の製品の製造のために必要な装置機器の配置、修飾改変及び操作は、本発明の開示に照らして従来の装置機器を用いる当業者によって行うことができる。

A. 混合物の調製

第4図に示すように、予めブレンドした混合物及び最終成形用澱粉系混合物は、好ましくはバルク貯蔵セル22から送り込まれる混合タンク20中で調製される。貯蔵セル22の数は、混合物に混合する成分の数によって異なる。貯蔵セル22は、一般に乾燥物装填（load）セル24及び液体装填セル26からなる。乾燥物装填セル24は、澱粉系バインダー、充填材及び繊維などの固体成分を収容する。乾燥材料計量ユニット28は、一般にある種の予測システムからなり、所望量の乾燥混合物を自動的に正確に測定して混合タンク20に送り込む。

液体装填セル26は、溶媒及び異なる液体レオロジー調整剤などの液体成分を収容する。適宜、自動攪拌装置を液体装填セル26内に位置することができ、こ

れは液体の分離や沈澱を防ぐ。計量ポンプ 3 0 は、液体を自動的に正確に測定して混合タンク 2 0 に送り込む。

混合タンク 2 0 は、好ましくは、上記の予めブレンドした混合物及び成形用混合物中に成分を速やかにそして均質にブレンドできる高エネルギーミキサーである。そのような高エネルギーミキサーには、Franz Haas Waffelmaschinen of

Vienna, Industriegesellschaft M.B.H. Austriaから入手できるTMNターボ乱打ミキサーが含まれる。他の高エネルギーミキサーは、「Mixing and Agitating Device (混合及び攪拌装置)」と題された米国特許第4, 225, 247号に、「Method and Apparatus for Producing a Colloidal Mixture (コロイド状混合物の製造のための方法及び装置)」と題された米国特許第4, 552, 463号、「Rotary Mill (回転製粉機)」と題された米国特許第4, 889, 428号、「Apparatus for Producing Cement Building Materials (セメント建築材料の製造のための装置)」と題された米国特許第4, 944, 595号、及び「Process for Producing Cement Building Materials (セメント建築材料の製造法)」と題された米国特許第5, 061, 319号にそれぞれ開示及びクレームされている。開示の目的で、上記特許はここに特別な参考文献として組み入れられる。別法として、変速ミキサーが低エネルギー混合のために用いられる。変速ミキサーは、Eirich Rv-11を含む。ガラス球のような壊れやすい充填材や骨材を混合物に混合する場合、骨材を破壊しないように低エネルギー混合を用いるのが好ましい。

第4図にさらに示すように、混合物が調製されると、これはポンプによって振動スクリーン 3 2 を通して貯蔵ミキサー 3 4 に入れられる。振動スクリーン 3 2 は、ゲル化前の予めブレンドした混合物を含むきわめて非粘性の混合物の場合に、固体の未混合塊の分離及び分散を容易にする。貯蔵ミキサー 3 4 は保持タンクとして機能し、これによって形成装置への成形用混合物の連続的供給が可能になる。成形用混

合物は、従来のポンプ 3 6 を介して形成装置に供給される。一実施態様において、貯蔵ミキサー 3 4 は密閉されて、それに真空ポンプ 3 8 が備えられる。真空ポ

ンプ38は負の圧力を成形用混合物に与えて、混合物に閉じ込められている可能性のある気泡を除去する。上記検討したように、好ましくない気泡は最終製品の表面に欠陥を生じ得る。

貯蔵ミキサー34は成形用混合物を低エネルギーで連続的に攪拌又は混合して、成形用混合物中の沈殿を防止する。形成装置をバッチ法で操作する場合は、連続法と相対して、貯蔵タンク34を除くことができ、混合物は混合タンク20から形成装置に直接に供給される。装填セルの及びミキサーの完全自動システムには、DANMIX成形用乱打混合システムが含まれ、これは、Franz Haas Waffelmaschinen Industriegesellschaft M.B.H. (ウィーン、オーストリア)から入手できる。

より高い降伏応力を有し、より粘性の成形用混合物が用いられるほとんどの場合、通常、ゲル化した予めブレンドした混合物又は成形用混合物のいずれかを混合及び移動するための予測システムを用いる必要がある。一実施例では、成形用混合物に混合する無機充填材成分のような任意の混合材料は、二チャンバー式オーガー押し出し成形機によって自動的に連続的に計量され、混合され、脱気される。第5図は二チャンバー式オーガー押し出し成形機40を示し、これは成形用混合物を押し出し成形機44の第一内部チャンバー44に供給するフィーダー42を含む。第一内部チャンバー4

4内には第一オーガースクリュー46があり、これは成形用混合物を混合して、同時に成形用混合物に前進圧をかけて第一内部チャンバー44から排気チャンバー48に移動させる。一般に、排気チャンバー48を負の圧力又は真空にして、成形用混合物中の好ましくない空隙を除去する。

その後、成形用混合物を第二内部チャンバー50内に供給する。第二オーガースクリュー52は、混合物を製品形成装置に押し進める。オーガースクリュー46及び52は異なるフライトピッチ及び方向位置を有することができ、混合物の前進ならびに低及び高剪断エネルギー混合を容易にする。オーガー押し出し成形機40は独立して成形用混合物の成分を混合するか、又は第5図に示すように、ミキサー54から混合物を供給されてもよい。好ましいツインオーガー押し出し

成形装置は一对の同型の回転オーガーを備え、オーガーは同じ方向に回転する。逆回転式ツインオーガー押し出し成形機では、オーガーが逆方向に回転して、同じ目的を達する。パグミル（混和機）も同じ目的で使用し得る。これらの仕様を満足する機器は、ミネソタ州ミネアポリスのBuhler-Miag, Inc. から入手できる。

高降伏応力高粘性混合物は、通常、二段階射出機又は往復スクリュウ射出機のいずれかによって形成装置に供給される。第6図に示すように、二段階射出機は混合又は押し進める部分と射出部分が分かれている。混合物は押し出しスクリュウ58に運ばれて、これが混合物を射出ポット60に供給する。射出ポットが充填されると、射出ピストン62によっ

て一定量の混合物が流体導管に押し込まれ、そこから形成装置に供給される。

第7図に示すように、往復スクリュウ射出機66は、その中に縦に位置したスクリュウオーガー70を有するチャンバー68からなる。成形用混合物はチャンバー68に供給され、スクリュウオーガー70によって前進する。スクリュウオーガー70が回転すると、それによって混合物が引き込まれ、スクリュウオーガー70の射出端72に供給される。要求量の材料が射出端72に蓄積されると、スクリュウオーガー70が回転を止めて前進して、混合物が流体導管64中に、次いで形成装置に射出される。

B. 混合物の所望製品への形成

混合物の調製後、これを好ましくは、加熱した金型を用いて製品の所望の形状に形成する。第8図は、所望の形状を有する加熱した雄金型74及び相補的形状を有する加熱した雌金型を示す。雌金型76は、平坦金型面80と受けチャンバー82を有する金型本体78からなる。受けチャンバー82は、入口となる開口84を有する。雄金型74は取付プレート86、受けチャンバー82の形状と実質的に相補的な形状を有するダイヘッド88及び取付プレート86とダイヘッド88間に伸びる通気リング90からなる。通気リング90は、受けチャンバー82の開口84よりも僅かに大きく、ダイヘッド88の縦方向に並んだ複数の通気溝92を含む。

好ましい実施態様において、金型は垂直に並ぶ雄金型74

の下に雌金型76が位置する。この方向配置において、第9図に示すように、受けチャンバー82は、充填樋94から成形用混合物を受けるための容器として機能する。混合物を雌金型76に入れた後、第10図に示すように、通気リング90が開口84の周囲の金型面80上で停止するまでダイヘッド88を受けチャンバー82中に挿入することによって両金型が合わさる。ダイヘッド88が受けチャンバー82よりも僅かに小さいことから、金型が合わさった場合、雄金型74と雌金型76との間に型域96が存在する。既に検討したように、雌金型76に入れる成形用混合物の量は、好ましくは型域96部分をちょうど充填するだけの量である。

第11及び11A図に示す合わせた状態では、通気溝92は型域96と通じて通気孔98を形成する。さらに、通気リング90が金型面80上で停止する結果、取付プレート86との間に通気間隙100が形成される。操作中、加熱した金型は上記したような方法及びパラメーターによって成形用混合物を発泡し、固体製品に乾燥する。過剰の材料102及び蒸気が通気孔98を通じて型域96から通気間隙100に漏れ出る。混合物が所望の形で形状安定したら、雄金型74と雌金型76とを分離する。第12図に示すように、次いで掻き取り刃103を金型面80に沿わせて押し出して、余剰の材料102を除去することができる。

金型は、所望の製品を形成するために多様な形及びサイズを有することができる。しかし、金型にはデュアル金型及び割型金型の二つの一般的タイプがある。第13図に示すよう

に、デュアル金型104は単一の雄金型74及び単一の雌金型76からなる。このタイプの金型は、皿、蓋などの浅い製品を作るために用いられ、これは金型から容易に取り出せる。割型金型106は、第14図に示すように、単一の雄金型74及び半金型108に分離できる雌金型76からなる。半金型108は、製品形成後に分離して、製品の取り出しを容易にする。割型金型106は、金型からの除去が困難であるコップやボールのように深い凹部を有する製品の製造に用いられる。

金型から製品を除去する方法の一つに、吸引ノズル110の使用がある。第1

4 図に示すように、吸引ノズル 110 は、その上に真空開口 114 を備えたヘッド 112 を有する。ヘッド 112 は、硬化した製品内に相補的に収まるようにデザインされている。したがって、製品中にヘッド 112 を挿入して、真空開口 114 を通して僅かにマイナスの圧力をかけると、製品が持ち上がり、次の工程のためのコンベアベルトに運ばれる。

金型は鋼鉄、真鍮及びアルミニウムなどの金属で作られるのが好ましい。クロム及びニッケルを含む光沢金属、それにテフロン被覆物なども製品の金型からの除去をより容易にして、仕上がりをより滑らかにする。金型の材料は、上記で検討したように、製造工程中に変化し得る温度及び圧力に耐え得るものでなければならない。

金型は、種々の方法で加熱できる。例えば、ガスバーナー、赤外線及び電熱エレメントなどの外的熱エレメントを金型

に取り付けるか、当てることができる。代わりに、油などの加熱液体又は水蒸気などの加熱気体を、パイプで金型に通してそれを加熱することができる。また、種々のタイプの加熱を用いて加熱することによって、金型全体に沿って金型温度を変えて、同一成形製品内の硬化マトリックスの性質を変えることができる。金型を加熱せずに混合物を加熱することも可能である。例えば、金型をセラミックでつくって、混合物を加熱するためにマイクロウェーブ処理することができる。

温度及び処理時間を変えることによって、表面層すなわち表皮の密度、多孔性及び厚さに影響を及ぼすことが可能である。一般に、より薄いが高密度の表面層を得るためには、成形温度は低く、金型の通気孔は少なく、成形用混合物の水含量は低い。混合物の降伏応力及び粘性は、例えば、予めブレンドした混合物の調製中により多くの澱粉系バインダーを

ゲル化すること及び／又はタイロース®などのレオロジー調整剤の添加、水含量の低減、又はより高い面積比を有する骨材材料の使用などによって、増加することができる。

金型の温度を金型全体で変化させて、製品を不均一に加熱することができる。これは、例えば、異なる壁厚又は密度を有する製品を製造する場合に要求される

。上記で検討したように、所望の製品に形成するとき、金型温度が上昇すると成形用混合物からの水の蒸発速度は速くなる。また、壁厚が増加すると、形状安定な製品を得るのに時間がかかる。所望の製品が全体にきわめて異なる壁厚を有している場合は、厚壁部分が薄壁部分よりもより緩やかに硬化するのを、壁厚部分

に位置する金型の温度を上げることによって補って、これによってその部分の水の蒸発速度を上げることが有利である。同様に、金型温度が上がると水蒸発速度が速くなることから、金型のより熱い部分に至近の成形製品の部分は金型のより冷たい部分に至近の成形製品部分よりもより低密度であることが期待されよう。

本発明の製品の大量生産の一方法は、第15図に示す加熱した成形装置によるものである。第15図に示すように、加熱成形装置116は、加熱装置120と連結している成形区域118を有する。加熱装置120は、加熱チャンバー124を画定する断熱壁122を含む。加熱エレメント126は加熱チャンバー124を加熱するために加熱チャンバー124内に位置される。トラックシステム128を成形区域118及び加熱チャンバー124の双方に、連続循環するように行き渡らせる。トラックシステム128には、上方トラック130と下方トラック132が含まれる。トラック上に車輪134を介して、複数個の相互連結して蝶番取付した加熱金型136が載せられる。第16図で明示されるように、各金型はトッププレート138及び底プレート140を有し、プレートは一端で蝶番によって一緒に連結される。トッププレート138及び底プレートには、上記したように、雄金型74及び雌金型76がそれぞれ含まれる。

加熱成形装置116は、所望の製品の大量生産のための連続工程を可能にする。製品の生産は、連鎖金型中の異なる加熱金型136によって同時に進行するいくつかの段階によ

って行われる。第16図に示すように、最初の段階において、加熱金型136は開いており、成形用混合物を受けるために充填樋144の下に位置される。加熱金型136は、そのそれぞれにトッププレート138及び底プレート140が載っている上方トラック130及び下方トラック132を分離することによって開

けられる。充填樋144を用いて、成形用混合物の選択量を雌金型76に供給する。

雌金型76が充填されると、加熱金型136は前進して、上方トラック130及び下方トラック132と一緒に合わさる結果、閉まる。上記に検討したように、金型の周期的分離を容易にするために、第15図の点Cで示したようにトラックを周期的に分岐集合するようにデザインして、それによって金型の繰り返しの開閉を行うことができる。周期的分離が完了すると、金型はロックされて、形成プロセスが続けられる。

金型をロックするための好ましいメカニズムについてはFranz Haas, Sr. の「Apparatus for Operating Locks of Baking Tongs for Producing Rotatable, Preferably Edible Wafers from Wafer Dough in a Wafer Baking Oven or an Automatic Wafer Baking Machine (ウエハースベーキングオーブン又は自動ウエハースベーキング機におけるベーキング回転可、好ましくは可食ウエハースのウエハース生地からの生産のためのベーキング用はさみ具の操作ロックのための装置)」と題する1990年9月4日付けの米国特許第4,953,453号（以下、Haas '453特許と称する）に記載がある。

Haas '453特許は、無理なロック又は金型が正しく整列閉鎖しない場合のプロセス中断を防止するロック装置を開示する。従来のロック装置を用いてもよいが、それらは加熱混合物によって生じる圧力に耐えるものでなくてはならない。

第15図に示すように、加熱金型136は加熱装置120全長を移動して、逆さ位置に回転して、次いで成形区域118に移動して戻る。本発明によると、加熱金型136が加熱チャンバー124を移動するとき、それらを加熱するための加熱エレメント126は加熱チャンバー124内に位置する。加熱エレメント126には、例えば、電熱エレメント、ガスバーナー及び赤外線などがあるが、これらに限定されない。

金型が加熱装置120内を移動する速度は、加熱金型136を停止して充填するのに必要な時間によって一部限定される。もちろん、充填時間は、成形される製品のサイズによって異なる。金型が加熱チャンバー内に保持される時間は、上記

に検討したように溶媒含量、加熱装置温度及び充填量などのいくつかの変数によって異なる。金型の速度を変えることなく形成時間を調整するために、加熱装置120はユニット部分146を含んで造られる。ユニット部分146は、加熱装置120から除去でき、又は新たな部分を加熱装置120に追加でき、それによって加熱装置120の長さの選択的な調整が可能になる。形成時間及び温度は、加熱金型136が成形区域118に戻るときに製品が金型から形状安定した条件で除去できるように選択される。

第15図にさらに示すように、金型が成形区域118に戻った後は、加熱金型136は、上方トラック130と下方トラック132を離すことによって再び開けられる。次いで、第17図に示す掻き取り刃148が雌金型76上を通過して、加熱プロセス中に通気孔98からはみ出るとされる過剰材料102を除去することができる。次いで、製品を雌金型76から除去することができる。

製品は金型から種々の方法によって除去することができる。例えば、第15及び16図に示すように、デュアル金型184が用いられる場合、離れた金型が成形区域118を通過する間に、金型は再び回転してオリジナルの向きに戻る。金型が回転する際に、重力によって成形製品が加熱金型136から落下する。次いで、コンベアベルトを用いて製品をとらえて、次のプロセスのために運ぶ。割型金型106が用いられる場合、除去プロセスは、半金型108を分離して、第15図に示すように、重力下で収集シュート149に製品を落とすことからなる。次いで、製品はコンベアベルトで連続運搬されて後の処理ステップに供される。製品を除去した金型は充填開口144に戻り、プロセスが繰り返される。

一般的な加熱成形装置116は、市販の多様な加熱成形装置から選択することができる。例えば、SWAKT、SWAKI及びSWAKウエハースベーキング機、及びSTAK、STAZ及びSTAアイスクリームコーン機などがある。これら加熱成形装置は、Franz Haas Waffelmaschinen Industriegesellschaft M.B.H. (オーストリア、ウィーン) から

ら購入できる。上に挙げた装置は、過去においては主に可食ウエハース及びアイ

スクリームコーンの製造に用いられてきたが、適当な金型形状を挿入することによって本発明において使用でき、これは上記に検討したように所望の工程パラメータ及び製造する製品のタイプによって選択的に修飾できる。

Haas加熱成形装置の代わりに、従来の発泡ポリスチレン製造装置（以下、「EPS機」と称する）を修飾して、本発明の製品を製造することができる。第18図に示すように、従来のEPS機は雄金型150及び雌金型152からなり、金型は雌金型152を上にして垂直に位置する。雌金型152は、金型壁158で画定された受けチャンバー156を有する金型本体154からなる。金型壁158の一端は据え付け縁160である。金型壁158内に雌金型壁腔162が位置する。受けチャンバー156に連続して、ピストン166によって選択的に開閉する充填導管164がある。最後に、充填導管164と連続して、これもまたピストン166によって開閉される充填管168がある。

雄金型150は、受けチャンバー156と実質的に相補的な形状を有するダイヘッド170を有する。ダイヘッド170は、ベース172、側壁174及びトップ176を有する。トップ176近くのダイヘッド170内に室178が周囲に位置する。室178内に伸張可通気スプリング179が位置する。室178は、ダイヘッド170内に位置する圧力管180と通じている。室178はまた、室178と雄金型1

50の外側との間に伸びている通気口181を介して外気と通じる。ベース172には、据え付け縁160と相補的に並ぶ通気溝182が位置する。最後に、雄金型壁腔184は、側壁174及びトップ176に近いダイヘッド170内に位置する。

EPS機の一般的操作中に、第19図に示すように金型は最初は合わさっていて、金型間に型域186を形成する。空気を充填導管164を通して型域186中に送り込み、これは据え付け縁160と通気溝182との間に位置する通気間隙188を通じて排気される。送り込まれた空気によって吸引力が生じて、充填管168にあるポリスチレンビーズが型域186に引き入れられる。通気間隙188は十分に小さく、ポリスチレンビーズが漏れるのを妨げる。

型域がポリスチレンビーズで充たされると、充填導管164はピストン166によって閉じられる。水蒸気を雌金型壁腔162及び雄金型壁腔184に通して、雌金型152及び雄金型150を加熱する。水蒸気はまた、圧力管180及び通気口181を介して型域186にも送り込まれる。水蒸気が圧力管180を通じて室178に入ると、水蒸気からの圧力によって通気スプリング179が伸びて、水蒸気が通気溝182を通過できるようになる。水蒸気が止まると、通気スプリング179が縮んで、型域186の材料が室178内に入るのを妨げる。

加熱水蒸気によって、ポリスチレンビーズは、加熱され、発泡し、融解して、所望の製品を形成する。次いで、冷水を

雌金型壁腔162及び雄金型壁腔184に通して、金型を冷却して、次いでポリスチレン製品を硬化する。製品形成後、金型を分離して、製品を除去する。空気を室178を通して送り込んで製品を雄金型150から押し出すことによって製品は最も容易に除去される。

従来のEPS機を用いて、二つの異なる方法によって本発明の製品を製造することができる。第一の方法では、EPS機を実質的に通常の構造配置で用いる。湿性粉末と同様の粘稠性を有する混合物を用いて、空気を充填口164から通すことによって混合物を型域186に吸引する。しかし、本発明の混合物は加熱時に硬化するため、冷却硬化とは逆に、壁腔162及び186は水蒸気又は油などの他の加熱液体によって連続的に加熱されねばならない。また、充填管168を断熱して冷却することも好ましい。充填管168の加熱によって澱粉系バインダーがゲル化及び硬化して、それによって管168が詰まる。それでも、加熱サイクルの後で冷却サイクルを行うことによって、続いての調整ステップの必要なく、構造マトリックス内の水分を十分に維持してその柔軟性を保ちながら、製品を離型することが可能である。

通気間隙188のサイズを調節することによって、型域186内の圧力を上昇させ、それによって上記の方法と同様にして発泡製品を製造できる。通常の構造配置でEPS機を用いる一つの利点は、金型分離後に最終製品が雄金型150上に残ることである。次いで、製品は圧力管180を通して空気を送ることによっ

て容易に除去できる。

別の方法では、EPS機の金型を逆さまにして、雌金型152を雄金型150の下に垂直に位置して、成形用混合物の受器として機能させる。すなわち、金型を開けたままで混合物を雌金型152に外部樋を通して注ぎ入れることができる。次いで、金型を閉じて、上記したような方法で製品を形成することができる。

改変した発泡ポリスチレン（EPS）機を、本発明の組成物からの製品形成に用いることができる。改変EPS機は、より低い熱容量の薄壁を有する射出型成形システムで、これによって加熱及び冷却サイクル中に熱蒸気及び冷水の使用によって生じる熱がより容易に除去される。このシステムの使用においては、金型を開けて、そこに混合物を注入する。次いで、金型を閉じて、封じて、混合物を約200℃まで加熱する。混合物中の澱粉がゲル化して塑性になり、加熱した金型中で流体する。次いで、通気孔を開けて、材料を膨張させて、発泡構造マトリックスがつくられる。次いで、製品除去の前に金型を冷却して、澱粉ゲルを固化して、調整水を構造マトリックス中に保持する。次いで、金型を開けて、形状安定性を有する最終製品を取り出す。

別の実施態様では、本発明の製品は第35図に示すような成形装置によって大量生産される。これは市販のBIOMAT 32澱粉フォーム発泡ユニットとして、Walterwerk Kiel GmbH. & Co. KG（独国、キール）から入手できる。第35図に示すように、成形装置202は、加熱装置206を連続して備えた形成区域204を有する。加熱装置206は、加

熱チャンバー210を画定する断熱壁208を含む。加熱エレメント212は、熱供給のために加熱チャンバー210内に位置する。トラックシステム214は、形成区域204及び加熱チャンバー210の双方に渡って連続循環するように伸びている。トラックシステム214には、上方トラック216及び下方トラック218が含まれる。トラックシステム214上に車輪220を介して複数の相互連結された加熱金型222が載せられる。

第36図に明示されるように、各金型はトッププレート224及び底プレート

226を有し、これらは一端が蝶番228で連結されている。トッププレート224及び底プレート226は、それぞれ雄金型230及び雌金型232を含む。成形装置202は、連続プロセスによって所望の製品を大量生産する。製品の生産は、金型連鎖中の異なる加熱金型222によって同時進行するいくつかの段階で行われる。

第36図に示すように、第一段階で、加熱金型222は開いていて、成形用混合物248を受けるために充填樋234下に位置する。加熱金型222は、トッププレート224及び底プレート226をそれぞれ載せた上方トラック216と下方トラック218を分離することによって開けられる。充填樋234は選択量の成形用混合物248を雌金型232中に注ぐために用いられるが、このシステムは多様なレオロジーを有する組成物に応じて改変することができる。例えば、高粘性又は高収率混合物は不連続容量の材料として押し出され得るので、これは切断によって分離して金型に落下さ

せる。雌金型232を充填した後、加熱金型222は前進して、上方トラック213と下方トラック218が合わさって閉まる結果、閉じられる。従来のロック機構は、それが加熱した混合物によって生じる圧力（約5バールまで）に耐えられる限りは、半金型を合わせてロックするために使用できる。

第35図に示すように、加熱金型222は加熱装置206全長を移動して、逆さ位置に回転して、次いで成形区域204に移動して戻る。本発明によると、加熱金型222が加熱チャンバー210を移動するときにはそれらを加熱するための加熱エレメント212は加熱チャンバー210内に位置する。加熱金型222が加熱装置206内を移動する速度は、加熱金型222を停止して充填するのに必要な時間によって一部限定される。もちろん、充填時間は、成形される製品のサイズによって異なる。形成時間及び温度は、加熱金型222が成形区域204に戻るときに製品が金型から形状安定した条件で除去できるように選択される。金型が成形区域204に戻った後は、加熱金型224は、上方トラック216と下方トラック218を離すことによって再び開けられる。次いで、掻き取り刃236が雌金型232上を通過して、加熱プロセス中に通気孔98からはみ出ると思わ

れる過剰材料を除去することができる。

成形された製品244を、複数個の可動アーム238に取り付けた真空吸引カップ242によって雌金型232から取り外すことができる。真空吸引カップ242は、シリコーンゴム製で、約250℃まで熱耐性である。アーム238は、

回転ドラム240の心棒に固定されて、ドラム240の心棒の回転速度に従う。

ドラム240の動きは、ドラム240を下方トラック内に位置したトラックシステム214によってコントロールされる。ドラム240が回転すると、アーム238は開いた加熱金型に向かって内側に曲がり、形成製品244を吸引カップを用いて取り上げる。次いでアーム238はドラム240の外側に曲がり、コンベヤベルト246は成形された製品244をとらえて、被覆などの後の工程のために移動する。加熱金型222から成形製品が除去され、金型は充填樋234に戻って、工程が繰り返される。

成形装置202を用いる本発明の製品形成のための別の方法では、成形用混合物248をホーバート (Hobart) ミキサー、アイリッヒ (Eirich) ミキサー又は容量80ガロンを有する同様の混合機を用いて調整される。そのような混合機では、1時間当たり少なくとも3000個、最高で14,000個の製品の製造に十分な材料が得られる。次いで、成形用混合物を真空ホッパーに移して、オーガー1個を有するモノポンプを用いて分注パイプ250を通して充填樋234にポンプ注入する。モノポンプは、約6kg/分の速度で圧力下で材料を押し出す。断裁機方式によって、充填樋234を一定時間、好ましくは約0.3秒、開閉する。これによって約30グラムの成形用混合物が雌金型232中に分注される。次いで、充填した金型は毎秒35cmの速度で加熱装置206を通過して、約30～35秒間加熱される。次いで、成形された製品を、上記したように真空吸引カップ24

2によって金型から除去して、コンベア246に載せる。本発明の形成製品は続いての調整プロセスを要求することなく、使用に適する。

C. コーティング及びコーティング装置

本発明の製品に被覆（コーティング）剤又は被覆材料を施すことは本発明の範囲内にあるが、これは製品の多孔性のために好ましい場合が多い。被覆処理は、いろいろな面で製品の表面の性質を変えるために用いられる。例えば、被覆は、製品をシールして保護し、製品によりよい仕上げ表面を提供し、強度を付加する。被覆剤の使用によって、湿気、アルカリ、酸、油脂及び有機溶媒からの保護ができる。さらに、被覆剤は骨材及び繊維の「飛散」の防止に役立つ。被覆剤はまた、反射性、電気伝導性又は断熱性を提供し、製品表面の間隙を充たすことができる。被覆剤は、より滑らかで、光沢があり、損傷耐性の表面を提供し、さらに製品を、とくにその曲がり目、折り目、端又は隅部分を強化する。被覆剤にはまた、ラミネート材料又は接着剤として利用されるものもある。

被覆プロセスの目的は、通常、最小の欠損を有する均質膜を製品表面につくることである。特定の被覆プロセスの選択は、多くの基体（すなわち製品）変数、さらに被覆調製物変数によって決定される。基体変数には、製品の強度、湿潤性、多孔性、密度、滑らか度、均質性などがある。被覆調製物変数には、全固体含量、溶媒基質、表面張力及びレオロジーなどがある。

被覆は、製品の成形後又は成形プロセス中に施すことがで

きる。被覆を製品成形後に行う場合、スプレー、浸漬、スパッター及び塗装などの種々の従来法を用いることができる。被覆は、成形後の製品に、紙、ボール紙、プラスチック、ポリスチレン、シートメタル又は他の包装材料の製造分野の当業者に公知のいずれの被覆法を用いても行うことができ、これには、ブレード被覆、パドル被覆、エアナイフコーティング、印刷被覆、ダルグレン（Dahlgren）、食刻ロールコーティング及び粉末被覆などがある。被覆は、後に列記した被覆材料を製品にスプレーすることによって、又は適当な被覆材料を含む大桶に製品を浸漬することによって行うことができる。被覆に用いる装置は製品の形状によって異なる。例えば、コップの被覆は、平たい皿とは通常異なる。

本発明の組成物から成形される製品に用い得る好ましい被覆法には、外側及び統合コーティング法の双方が含まれる。外側被覆法では、二つの異なるシステムが用い得る。第一は散布法で、これは開いた金型中にある成形したばかりの製品

に細粉ワックスを施すか散布する方法で、これによってワックスが製品の表面で融解する。金型温度は約200℃で、開いた金型の製品の露出表面の温度は約100℃である。ワックスの融点が約50℃であることから、製品の表面に散布されたワックスはそこで容易に融解する。

用い得る第二の外側被覆システムはスプレー法である。この方法では、ワックスをまず融解して、次いでワックスの融点以上の温度でスプレーして、それによって融解したワックスを成形製品の表面に分散させる。スプレー法は、金型中の

製品の内側表面にワックスを施すために、又は離型してコンベアに載せた製品の片側又は両側をスプレーするために用いることができる。スプレー法は、被覆剤の小滴を製品表面に施して被覆粒子を合着させるような水ベース又はホットメルトコーティングを施すために用い得る。

単一で又は種々の混合物として使用できる適当な有機被覆剤には、セラック、乾性油、種々のグリコール（ブチレングリコール、エチレングリコール）、ソルビトール及びトリメチロルエタン又はプロパンとエステルを形成する乾性油からのトリグリセリド又は脂肪酸からの再構成油脂、ポリブタジエン樹脂を含む合成乾性油、コーパル（熱帯樹木樹脂、化石代及び現代）、ダマール、エレミ及びサンダラック（アフリカのサンダラックマツに由来する脆弱で微芳香性の半透明樹脂）を含む天然化石樹脂、ロジン類及びロジン（ゴムロジン、トール油ロジン及び木材ロジン）、特殊グリコール又はアルコールとの反応によって形成されるロジンエステルを含むロジン誘導体、ロジン塩（樹脂酸カルシウム及び樹脂酸亜鉛）、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、触媒及び補助剤、クマロン-インデン樹脂、石油炭化水素樹脂（シクロペンタジエン型）、テルペン樹脂、塩化ポリビニル、酢酸ポリビニル、ポリビニルアルコールなどのビニル樹脂性物質、セルロース材料（例えば、カルボキシメチルセルロース、酢酸セルロース、エチルヒドロキシエチルセルロース）、ポリエチレン及びそのコポリマー及びワックス、アクリル類及びそのコポリマー、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、

ワックス類（タイプIパラフィン、タイプIIパラフィン、微結晶、ポリエチレン

、鯨油、密蝋、鯨蝋)、メラミン、ポリアミド、ポリ乳酸、バイオポル (Biopol®) (ポリヒドロキシ酪酸塩 (エステル) -ヒドロキシ吉草酸塩 (エステル) コポリマー、大豆タンパク質、生物分解性ポリマーを含む他の合成ポリマー及びそれらのエラストマー及び混合物があ

る。バイオポル®は英国のICIの製品である。ワックス及びワックス混合物、とくに石油及び合成ワックスは、水分、酸素及びグリース又は油脂などの有機液体からの防護壁を提供する。ワックスはまた、容器などの製品の熱シールを可能にする。石油ワックスは、食品及び飲料の包装においてとくに有用なグループのワックスであり、パラフィンワックス及び微結晶ワックスを含む。

場合によっては、被覆はエラストマー様すなわち変形できるものが好ましいこともある。ある被覆剤はまた、製品の極端に曲げられた部分を強化するために用いられる。このような場合には、曲げやすいエラストマー様の被覆が好ましい。防水性コーティングは、水と接触する製品に好ましい。製品が食品と接触するような場合は、被覆材料はFDA承認コーティング剤からなることが好ましい。ポリエチレンのようなポリマー被覆剤は、低密度の一般に薄層の形成に有用である。低密度ポリエチレンは、液体耐性でさらにある程度の圧力耐性を有する容器の作出においてとくに有用である。ポリマー被覆剤はまた、熱シールの場合に接着剤としても利用できる。

適当な無機コーティング剤には、珪酸ナトリウム、炭酸カ

ルシウム、酸化アルミニウム、酸化珪素、カオリン、粘土、セラミック及びこれらの混合物が含まれる。無機コーティング剤はまた、一つ又はそれ以上の上記有機コーティング剤と混合することができる。酸化アルミニウム及び酸化珪素は、とくに酸素及び湿気の防壁として有用な被覆剤である。これら被覆剤は、高エネルギー電子ビーム蒸発法、化学プラズマ沈澱及びスパッターの使用を含む当業者に公知のいかなる方法で製品に施してもよい。酸化アルミニウム又は酸化珪素被覆を形成する他の方法は、製品の組成によって酸化アルミニウム又は酸化珪素の

製品上の形成のための適当な pH レベルを有する水溶液で製品を処理することからなる。

非被覆製品が水分、例えば食品又は飲料などと接触すると、製品の材料は軟化され得る。溶媒系被覆剤を用いることができるが、水系被覆剤の使用が好ましい。使用可能な好ましい被覆剤には、種々のアクリルエマルジョンなどのアクリル系被覆剤、パラフィンワックスなどのワックス、ポリビニルアルコールなどのビニル系被覆剤、ポリ乳酸及びセラックが含まれる。水系被覆剤を用いる場合は、水は除去されて、成形製品の表面の被覆粒子が合着する。

水が被覆剤とともに加えられる場合又は水系被覆剤を用いる場合は、追加の調整成分を成形製品に加える。製品の構造マトリックスは、水を被覆剤からマトリックス内に吸収して、そこに追加の水分を付与する。被覆剤はまた、表面で短時間乾燥され、同時にマトリックスの調整のために製品の内部に水分を残す。

統合コーティング法を用いる場合、成形する前に材料を混合物に加えるが、材料は、成形用混合物のピーク温度とほぼ同じ融点を有する。統合コーティング材料の個々の粒子は、加熱成形工程中に蒸発水の外側への流体によって製品の表面に移動する傾向にある。成形製品の表面に到達すると、被覆材料粒子は高温に曝されて、粒子が融解して一緒に合着して製品の表面に被覆を形成する。次いで、製品の離型及び冷却時に粒子は表面あるいはその付近で硬化ないし固化する。そのような統合コーティング材料は、一般に成形製品内の過熱水の沸点よりも高く、成形中の製品の表面の最高温度以下である融点を有すればいかなる材料でもよい。統合コーティング剤には、例えば選択されたワックス、ステアリン酸塩、セラック、ポリ乳酸、ラテックス又は上記の融解条件を有するその他のプラスチック又はポリマー材料がある。

他のシーリング法では、ラテックス、ポリビニルアルコール又は他のプラスチックなどの非拡散性材料を内部シール剤として用いて、発泡細胞マトリックス全体の耐水性をつくりだす。これらシーリング材料を水に溶解して成形用混合物に組み入れて、それによって製品が成形される時にシーリング材料を形成された構造マトリックス全体に分散させる。ポリビニル酢酸からつくられるポリビニルア

ルコール（PVA）を用いる場合は、高加水分解速度を有するPVAがより容易に水に溶ける。例えば、PVAの2%溶液は溶解時間が15分で、高分子量、高加水分解速度を有する。PVAの溶解性はまた、温度と相関する。

D. 印刷

製品の表面に、商標、製品情報、容器仕様又はロゴなどのプリント又は他の証印を施すことが望ましい場合もある。これは、平板印刷、浮き彫り、沈み彫り、多孔性及びインパクトレス印刷を含む従来の印刷技術又は紙又はボール紙製品印刷の当業者に公知の方法を用いて達成することができる。従来の印刷機には、オフセット、ヴァンダム（Van Dam）、レーザー、直接転写コンタクト及び盛り上げ印刷用印刷機などがある。しかし、本質的には、あらゆる手動又は機械的手段が使用できる。

用いる印刷のタイプ及び印刷機は、一部は製品の形状によって異なる。例えば、平たいプレートとコップでは異なる印刷装置が求められる。さらに、金型に特別にデザインして、製品の表面に浮き出しを施すこともできる。製品にはまた、透かしを施すこともできる。製品が比較的高度に多孔性であることから、施されるインクは速やかに乾きやすい。当業者には、製品の多孔性とインク量が相和せねばならないことが理解されよう。さらに、デカルコマニア、ラベル又は他の証印を公知の方法技術を用いて製品に付着又は接着することができる。

E. 製品の物理的特性

以上のことから、微細構造工学的アプローチを用いて、多様な形状、強度、柔軟性、剛性、断熱性及び他の物理特性を有する広範な多様な製品を得ることが可能である。一般に、最終成形製品の曲げ強度は、好ましくは約0.5MPa～約

30MPa、より好ましくは約1MPa～約15MPa、最も好ましくは約2MPa～約10MPaの範囲にできる。最終成形製品の引っ張り強さは、好ましくは約0.5MPa～約20MPa、より好ましくは約0.75MPa～約10MPa、最も好ましくは約1MPa～約5MPaの範囲にできる。最終成形製品の引っ張り及び曲げ破損エネルギー（応力／ひずみ曲線の下方面積として定義される

) は、好ましくは約 100 J/m^2 ~ 約 $10,000 \text{ J/m}^2$ 、より好ましくは約 300 J/m^2 ~ 約 5000 J/m^2 、最も好ましくは約 600 J/m^2 ~ 約 1000 J/m^2 の範囲にできる。

本発明の組成物及び方法によって高強度と低密度の組み合わせが可能になったことから、製品の比強度又は破損エネルギー、すなわち製品の密度に関して標準化した強度又は破損エネルギー値は、従来技術によって可能であったものよりも有意に高くできる。例えば、比曲げ強度は、好ましくは約 $0.5 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ ~ 約 $60 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ 、より好ましくは約 $1 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ ~ 約 $40 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ 、最も好ましくは約 $2 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ ~ 約 $20 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ の範囲にできる。比引っ張り強度は、好ましくは約 $0.5 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ ~ 約 $30 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ 、より好ましくは約 $0.75 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ ~ 約 $20 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ 、最も好ましくは約 $1 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ ~ 約 $12 \text{ MPa} / (\text{g/cm}^3)$ の範囲にできる。比破損エネルギーは、好ましくは約 $1000 (\text{J/m}^2) / (\text{g/cm}^3)$ ~ $10,000 (\text{J/m}^2) / (\text{g/cm}^3)$ 、よ

り好ましくは約 $2000 (\text{J/m}^2) / (\text{g/cm}^3)$ ~ 約 $7500 (\text{J/m}^2) / (\text{g/cm}^3)$ 、最も好ましくは約 $3000 (\text{J/m}^2) / (\text{g/cm}^3)$ ~ 約 $5000 (\text{J/m}^2) / (\text{g/cm}^3)$ の範囲である。

成形製品に要求される強度及び靱性特性を付与するに必要な澱粉量が低減されたことから、本発明の製品の力学的特性を特定製品中の澱粉系バインダーの重量成分に関して標準化すると便利である。その結果、澱粉系バインダーの重量成分に関して標準化した本発明の製品の曲げ強度は、好ましくは約 5 ~ 約 $100 \text{ MPa} / (\text{澱粉系バインダー重量成分})$ 、より好ましくは約 10 ~ 約 $75 \text{ MPa} / (\text{澱粉系バインダー重量成分})$ 、最も好ましくは約 20 ~ 約 $60 \text{ MPa} / (\text{澱粉系バインダー重量成分})$ にできる。澱粉系バインダーの重量成分に関して標準化した製品の引っ張り強さは、好ましくは約 3 ~ 約 $50 \text{ MPa} / (\text{澱粉系バインダー重量成分})$ 、より好ましくは約 4 ~ 約 $30 \text{ MPa} / (\text{澱粉系バインダー重量成分})$ 、最も好ましくは約 5 ~ 約 $20 \text{ MPa} / (\text{澱粉系バインダー重量成分})$ にできる

。澱粉系バインダーの重量成分に関して標準化した製品の破損エネルギーは、好ましくは約2000～約30,000 (J/m²) / (澱粉系バインダー重量成分)、より好ましくは約3000～約15,000 (J/m²) / (澱粉系バインダー重量成分)、最も好ましくは約5000～約10,000 (J/m²) / (澱粉系バインダー重量成分) にできる。

製品のひずみの範囲 (すなわち、破損前のひずみ量) は、

好ましくは約1%～約15%、より好ましくは約1%～約10%、最も好ましくは約1%～約5%の範囲にできる。

最後に、本発明の製品は一般に低密度を有し、したがって製品当たりの総重量、さらに製品製造に最初に用いる材料、次いで製品の用途終了後の廃棄物又はリサイクル物の嵩を減らすことができる。一般に、本発明の製品の密度は、好ましくは約0.05 g/cm³～約1 g/cm³、より好ましくは約0.1 g/cm³～約0.5 g/cm³、最も好ましくは約0.15 g/cm³～約0.25 g/cm³の範囲にできる。

本発明の製品は、ラミネートタイプの構造を有することを特徴とし、これは相対的に高密度を有する外皮層とより低密度を有する内部発泡部分からなる。外皮層は、成形用混合物が金型と接触すると同時に形成される。内部発泡部分に形成される孔は、約0.25 mm以上の直径を有し得る。内部発泡部分は、成形工程中に水分が除去される際に硬化する。水含量を増すことによって、最終製品の密度を下げ得るが、より多くの水を除去する必要があることから、より長い加熱成形時間が要求される。

VI. 好適な実施例

本発明の、無機物充填し澱粉結合した成型可能な混合物から作る製品の種々の製造法の実施例を以下に概略する。これらの実施例では成分及び工程条件によって変化する製品の特性が比較される。実施例の第一のグループでは、製品は、無機充填物を加えて繊維は加えずに形成されたが、これら製

品は適当な柔軟性を得るためコンディショニングを必要とした。これら第一のグ

ループの実施例の後の実施例では、まず高粘性高降伏応力混合物を用いて繊維を分散させた。製品中に繊維を十分に分散させて添加することにより製品の靱性及び柔軟性が大幅に増加するだけでなくコンディショニングも不要となることは繊維を添加することの利点を明瞭に示している。

実施例 1-13

異なった種類の骨材を含んだ混合物から飲用コップを形成し、それら骨材の種類の違いによる効果を調べた。成型可能な各混合物は以下の基本的混合組成を重量%で有する。即ち、

39.8% スタロック 400 (化工ジャガイモ澱粉)

9.95% 無機骨材

49.75% 水

0.5% ステアリン酸マグネシウム

成型可能混合物はそれぞれ小さなホバート混合機で準備された。最初に、乾燥した成分（無機骨材、澱粉、ステアリン酸マグネシウムを含む）が完全に混合された。次いで、乾燥材料が混合されている間に水がゆっくりと加えられ均一な混合物が得られた。混合物はホバート混合ボールから注射器で取り出された。各混合物に対しコップを製造するのに用いた成型可能な材料の重量は、最初に成型可能な混合物が入

った注射器を計量し、成型装置に注射器の中身を押し出した後、注射器を計量して得られた。

成型装置は加工真鍮で作られた雄金型及び加工鋼で作られた雌金型を含んでいるが、これらの金型は実質的に図 8 のように構成されている。金型は滑らかな表面の約 4 mm の厚さの 12 オンス入り飲用コップが作られるように設計されている。雄金型は 4 つの排気孔を形成する 4 つの排気溝を含んでいる。

実施例 1-13 のコップは、金型内の各成型可能混合物を約 200℃ に加熱して得られた。製品が十分に形状安定になったところで金型から取り外され、105℃ のオープン中に約 1.5 時間入れて残りの湿気が除去された。湿気を除去したのは、その後に行うコップのテストが、澱粉系バインダーの湿気量の効果ではなく成分

の効果をよりよく反映するようにするためである。オープン中で乾燥中に生じるコップの重量損失は水分の損失と仮定した。したがって、測定された重量損失は金型から取り外したときのコップの湿気を決定するために用いられた。その後コップは、テストされるまで一定の湿度を保つためプラスチックバッグ中に密封された。

選ばれた無機骨材と各混合組成から形成されたコップの特性を以下に示す。

| 実施例 | 無機骨材 | コップの密度 (g/cc) | 金型からの取り出し時の湿気 (%W/W) | 熱伝導度 (W/m・K) | 熱抵抗度 (ft ² ・h・°F/BTU・in) |
|-----|---------------|------------------|-------------------------|-----------------|--|
| 1. | ガンマスパース | 0.190 | 3.0 | 0.046 | 3.15 |
| 2. | カービタル 50 | 0.185 | 2.5 | 0.044 | 3.25 |
| 3. | RO40 | 0.215 | 2.7 | 0.045 | 3.20 |
| 4. | マイカ 4K | 0.205 | 2.6 | 0.048 | 3.10 |
| 5. | ガラス球 B38/4000 | 0.190 | 4.9 | 0.047 | 3.15 |
| 6. | ポリマイカ 400 | 0.195 | 2.0 | 0.049 | 2.90 |
| 7. | エーロシル R972 | 0.125 | 4.2 | 0.040 | 3.68 |
| 8. | エーロシル 130 | 0.135 | 4.0 | 0.054 | 2.70 |
| 9. | エーロシル 200 | 0.145 | 4.1 | 0.046 | 3.15 |
| 10. | エーロシル 380 | 0.155 | 4.3 | 0.048 | 3.10 |
| 11. | カボシル EH5 | 0.140 | 2.8 | 0.041 | 3.60 |
| 12. | ケイ灰岩 | 0.195 | 2.1 | N/A | N/A |
| 13. | シル・コ・シル シリカ砂 | 0.200 | 2.1 | N/A | N/A |

| 実施例 | 無機骨材 | 破損エネルギー (mJ) | 破損変位 (%) | 最高負荷 (N) | 剛性 (N/m) |
|-----|---------------|-----------------|----------|----------|----------|
| 1 | ガンマスパース | 6.0 | 3.1 | 5.00 | 2.5 |
| 2 | カービタル 50 | 9.0 | 3.5 | 5.10 | 2.7 |
| 3 | RO40 | 7.0 | 3.1 | 5.05 | 2.6 |
| 4 | マイカ 4K | N/A | N/A | N/A | N/A |
| 5 | ガラス球 B38/4000 | 9.5 | 3.2 | 5.20 | 3.4 |
| 6 | ポリマイカ 400 | 10.0 | 2.7 | 5.15 | 2.4 |

| | | | | | |
|----|---------------------|-----|-----|------|-----|
| 7 | エーロシル R972 | 7.0 | 4.0 | 4.95 | 1.9 |
| 8 | エーロシル 130 | 7.0 | 3.5 | 4.90 | 1.8 |
| 9 | エーロシル 200 | 9.0 | 3.5 | 5.00 | 2.1 |
| 10 | エーロシル 380 | 6.0 | 3.1 | 4.95 | 2.2 |
| 11 | カボシル EH5 | 7.0 | 3.4 | 4.95 | 2.0 |
| 12 | ケイ灰岩 | 8.5 | 3.1 | 5.10 | 2.9 |
| 13 | シル・コ・シル シリカ 砂 | 8.0 | 2.8 | 5.05 | 3.0 |

[
解析された特性には熱的特性及び機械的特性が含まれている。熱的特性には熱コンダクタンス及び熱抵抗率が含まれ、これらは過渡熱線法で求められた。コップの側壁の熱伝導度を3回測定しその平均値を求めた。機械的特性は、コップが実際に使用されるときに受けるような親指と残りの4本の指で挟む動作をシミュレートしたテストを開発して求めた。これらの結果から、異なった組成及び異なった条件で製作されたコップを比較した。複雑な形状のため強度及び延性は容易に定量化することができなかった。データは断面積で規格化せずに与えられている。

コップは傾斜した台の上に置かれ、その傾斜角度はコップの側端が負荷を加える方向に直角になるように調節された。コップ上部の縁の下の辺りを負荷を加える場所としたが、この場所でもっとも再現性のある結果が得られた。負荷はコップに対して15mm/分の速度でコップが明らかに破損するまで加えられ、そのときの変位及びそれに対応する負荷を求めた。これにより異なった混合組成から得られた製品の機械的特性の比較評価を行った。このようなテスト法を用いて、最

高負荷、破損前最大変位、破壊中に吸収されたエネルギー、及び剛性を基にした比較が行われた。破損エネルギーは、元点から完全に破損する点までの測定された負荷変位曲線の下面積から求められた。上に述べた各特性は7回行った同等なテストの統計的平均である。

テストの結果、フュームシリカ骨材(エーロシル(Aerosil)R972、130、200、380及びカボシル(Cabosil)EH5)は他の無機骨材を入れた場合に比べ約30%低い密

度を示した。他の無機骨材は、ポリマイカの場合を除き、密度に大きな影響は与えなかった。ポリマイカは他の無機骨材のコップに比較して約30%の密度の減少を示した。フュームシリカを含むコップの乾燥時最高負荷及び剛性は密度と同じ程度の影響があった。すなわち、フュームシリカを含まないコップに比べそれぞれ約30%減少した。乾燥時破損変位及び乾燥時破損エネルギーを測定した結果、無機材料の添加による変化は非常に小さいか皆無であることが示された。

ガラス球、ケイ灰岩、ポリマイカ400、及びシリカ砂を添加しても破損エネルギー、破損変位、最高負荷及び剛性に大きな影響を与えないことが分った。しかし、ポリマイカ400では約30%の最高負荷の増加がみられた。熱的特性の値は、無機骨材なしで作られたコップに対する値の約±10%の範囲内に入っている。また、これらの値は用いた無機骨材の種類によらない。

上のテストから、フュームシリカ骨材は、製品の機械的特性に逆効果を与えるため他のものに比べ適当でない。しかし、

他の無機骨材は、製品の機械的特性に大きな影響を与えることなく澱粉系バインダーを重量比で少なくとも20%置換することができる。フュームシリカは、他の無機骨材に比べて強度が低く比表面積が大きいため悪い結果を出すものと思われる。

実施例14-18

カラミル澱粉及び異なった濃度の炭酸カルシウムを用いてコップを製作しカラミル澱粉の効果を調べた。実施例14-18のコップの製造及びテストには実施例1-13で用いたものと同じ方法及び装置が用いられた。最初に基本となる混合物が以下の成分を重量比で混合して得られた。

| | |
|--------------|--------|
| カラミル澱粉 | 49.75% |
| 水 | 49.75% |
| ステアリン酸マグネシウム | 0.5% |

R040炭酸カルシウムを添加したが、炭酸カルシウムと澱粉系バインダーの合計の重量比濃度は混合物の49.75%に保ち、R040炭酸カルシウムの濃度を重量比でその20%、40%、50%、60%に変化させた。異なった成分比の炭酸カルシウムが

用いられた製品の特性を以下に示す。

| 実施例 | 炭酸カルシウム骨材(重量%) | 密度(g/cc) | 熱伝導度(W/m・K) | 破損エネルギー(mJ) | 破損変位(%) | 最高負荷(N) | 剛性(N/m) |
|-----|----------------|----------|-------------|-------------|---------|---------|---------|
| 14. | 0 | 0.17 | 0.043 | 6 | 3.5 | 4.5 | 1.9 |

| | | | | | | | |
|-----|----|------|-------|---|-----|-----|-----|
| 14. | 20 | 0.17 | 0.043 | 7 | 4.3 | 4.5 | 1.7 |
| 15. | 40 | 0.24 | 0.046 | 7 | 3.5 | 5.2 | 2.2 |
| 16. | 50 | 0.27 | 0.045 | 7 | 3.2 | 5.8 | 2.5 |
| 17. | 60 | 0.32 | 0.053 | 7 | 2.6 | 6.5 | 3.5 |

R040炭酸カルシウムを最初20%添加しても密度の増加はわずかであった。それ以上の濃度に対しては密度の増加は著しく、添加するR040 1%に対し約2%の増加を示した。熱伝導度の増加も密度と同様な傾向を示した。すなわち、20%以上のR040の濃度に対しては熱伝導度は添加するR040 1%に対し約0.5%の増加を示した。コップに対する破損エネルギー及び破損変位はR040の添加にはほとんど影響されなかった。最高負荷は、R040の1%の添加に対し約1%の割合で直線的に増加した。剛性のカーブも密度のカーブと同様で、R040は20%以下では比較的变化がみられず、それ以上では直線状に増加した。剛性の増加率は、R040が20%を越えるところではR040を1%添加する毎に約1%であった。

上のテストからカラミル澱粉を本発明の製品を製作するのに用いることができることが分る。さらに、比較的高い濃度の炭酸カルシウムをカラミル澱粉を含んだ混合物に加えても所望する機械的特性は大きく低下しなかった。

実施例19-26

異なった種類の混合材を用いてコップを製作し、混合物の特性に与える効果を検討した。本実施例の製造及びテストに

は実施例1-13で用いたものと同じ方法及び装置が用いられた。最初に基本とな

る混合物が以下の成分を重量比で混合して得られた。

39.8% スタロック400 (化工ジャガイモ澱粉)

9.95% R040炭酸カルシウム

49.5% 水

0.5% ステアリン酸マグネシウム

メトセル (Methocel®) 240、タイロース (Tylose®) 15002、及びポリビニルアルコール (PVA) を含む混合材が混合物に添加された。添加量は混合物の全固形物に対する重量比で表わされる。以下の表は各種の成型可能な混合物及びそれから生じる特性を示す。

| 実施例 | 混合材 (重量%) | 密度 (g/cc) | 熱伝導率 (W/m · K) | 破損エネルギー (mJ) | 破損変位 (%) | 最高負荷 (N) | 剛性 (N/m) |
|-----|--------------|--------------|-------------------|-----------------|----------|-------------|-------------|
| 18. | None | 0.26 | 0.045 | 4 | 2.2 | 4.5 | 2.8 |
| | PVA | | | | | | |
| 19. | 1.9 | 0.26 | 0.046 | 6 | 3.1 | 5.5 | 2.7 |
| 20. | 2.9 | 0.27 | 0.048 | 5 | 2.6 | 5.5 | 3.3 |
| 21. | 3.4 | 0.26 | 0.044 | 4 | 2.8 | 5.0 | 2.8 |
| | メトセル® 240 | | | | | | |
| 22. | 0.5 | 0.19 | 0.045 | 6 | 3.4 | 5.5 | 2.3 |
| 23. | 1.0 | 0.18 | 0.052 | 8 | 6.0 | 4.5 | 0.9 |

| | | | | | | | |
|-----|--------------|------|-------|---|-----|-----|-----|
| | タイロース® 15002 | | | | | | |
| 24. | 0.5 | 0.23 | 0.044 | 7 | 4.1 | 5.0 | 1.8 |
| 25. | 1.0 | 0.19 | 0.049 | 3 | 3.1 | 3.5 | 1.7 |

PVAの添加は、それから作られるコップの密度、熱伝導率、又は機械的特性に小さな効果しかもたらさなかった。メ

トセル® 240、タイロース® 15002 は密度にわずかな影響を及した。密度は、それぞれの添加1%毎に対し約20%以上減少した。また熱伝導率は同様な添加に対し約10%増加した。

メトセル® 240 は乾燥コップに対し破損エネルギー及び破損変位に正の効果を与えた。破損エネルギーは1%毎に2倍になり、破損変位は2.5倍になった。また、最高負荷はメトセ

ル® 240 を1%添加する毎に約20%減少し、剛性は70%以上減少した。タイロース® 15002 の0.5%の添加に対して破損エネルギーは60%、破損変位は80%、及び最高負荷は10%の増

加がみられた。これらの増加は、タイロース® 15002 をさらに0.5%増加させた後に消滅した。メトセル® 240 又はタイロース® 15002 のいずれを1%添加しても乾燥したコップの剛

性は半減した。

一般にPVAは形成されたコップの特性に最小の影響しか

及ぼさないことが判明した。メトセル® 240 及びタイロース® 15002 はいずれも低い濃度でコップの特性を維持するか向上させることが分った。この利点は、濃度をさらに上げると失われてた。

実施例27-31

架橋混合材サンレッズ(Sunrez)747の量を変化させてコ

ップを作り、それが成型可能な混合物に与える影響を調べた。以下の実施例のコップの製造及びテストには実施例1-13で用いたものと同じ方法及び装置が用いられた。まず、基本となる混合物が以下の成分を重量比で混合して得られた。

28. 15%スタロック400 (化工ジャガイモ澱粉)

19. 9% R040炭酸カルシウム

1. 7% PVA

49. 75%水

0. 5% ステアリン酸マグネシウム

次に、サンレッズ747の濃度を、基本混合物の固形成分に対する重量比で2%から20%まで変化させた。以下の表に、サンレッズ747の濃度とそれに対応するコップの特性を示す。

| 実施例 | サンレッズ747(重量%) | 密度(g/cc) | 熱伝導度(W/m・K) | 破損エネルギー(mJ) | 破損変位(%) | 最高負荷(N) | 剛性(N/m) |
|-----|---------------|----------|-------------|-------------|---------|---------|---------|
| 26. | 0 | 0.26 | 0.044 | 4 | 2.8 | 4.8 | 2.5 |
| 27. | 2 | 0.25 | 0.048 | 5 | 2.8 | 5.0 | 2.6 |
| 28. | 5 | 0.24 | 0.048 | 4 | 2.8 | 4.8 | 2.5 |
| 29. | 10 | 0.23 | 0.048 | 7 | 4.4 | 4.2 | 1.5 |
| 30. | 20 | 0.24 | 0.046 | 4 | 3.4 | 4.0 | 1.8 |

テストの結果、サンレッズ747がコップの密度に対して大

きな効果を与えないことが示された。サンレッズ747の濃度を増やしていくと、最初サンレッズ747を1%増加する毎に密度は2%の割合で減少した。この関係は混合材が約10%になるまで続き、その後はコップの密度はわずかに増加した。熱伝導度は、サンレッズ747の最初の2%の添加に対して約4%の増加を示したが、その後は一定になった。コップの機械的特性もサンレッズ747の小さな添加量でピークに達した。コップの破損エネルギー及び破損変位も10%までほんの小さな増加を示したが、その後再びわずかに減少した。最高負荷は2%で最高になったがほぼ一定であった。剛性のカーブは階段関数で近似でき、5%までのサンレッズ747の添加に対しては変化のないプラトーがあり、5%と10%の間で約50%の大きな減少があり、その後また変化を示さなかった。一般的には、サンレッズ747を小さな濃度で添加すると、多くの特性で多少の向上が認められた。

実施例32-39

炭酸カルシウム(R040)及び異なった種類の澱粉の濃度を変化させて5つの混合組成を作り、4つの工程温度(160℃、180℃、200℃、220℃)で最短工程時間及び充填重量を調べた。本実施例、明細書、及び特許請求で用いられるように、「工程時間」は混合物が加熱され形状安定品になるのに必要な時間を示す。5つの混合物の組成は以下のとおりである。

| | スタロック 400 (g) | ハイロン VII (g) | RO40 (g) | ステアリン酸 マグネシウム (g) | 水 (g) |
|-------|---------------|--------------|----------|-------------------|-------|
| 混合物 1 | 500 | 0 | 0 | 5 | 500 |

| | | | | | |
|-------|-----|----|-----|---|-----|
| 混合物 2 | 350 | 50 | 100 | 5 | 450 |
| 混合物 3 | 300 | 50 | 150 | 5 | 440 |
| 混合物 4 | 250 | 50 | 200 | 5 | 425 |
| 混合物 5 | 200 | 50 | 250 | 5 | 410 |

ハイロン(Hylon)VIIは化工トウモロコシ澱粉でスタロック400の一部を置き換えたものである。成型可能な混合物は実施例1-13で説明した方法で作られた。混合物を作った後、Haas LB-STA機を用い、約4mmの厚さでワッフル状の外壁をもつ16オンス用のコップを製作した。以下の表に、上記の温度に対して得られた充填重量及び工程時間を示す。

| 実施例 | 温度 (°C) | 工程時間 (s) | | | | |
|-----|---------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | | 混合物 1 | 混合物 2 | 混合物 3 | 混合物 4 | 混合物 5 |
| 31. | 220 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 32. | 200 | 50 | 50 | 50 | 45 | 45 |
| 33. | 180 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| 34. | 160 | 170 | 170 | 170 | 165 | 160 |

| 実施例 | 温度 (°C) | 充填重量 (g) | | | | |
|-----|---------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | | 混合物 1 | 混合物 2 | 混合物 3 | 混合物 4 | 混合物 5 |
| 35. | 220 | 30.5 | 32.2 | 34.4 | 37.9 | 41.6 |
| 36. | 200 | 33 | 31.5 | 35.6 | 39.3 | 43.9 |
| 37. | 180 | 31.4 | 33.5 | 35.5 | 37.6 | 44.1 |
| 38. | 160 | 31.7 | 33.7 | 34.1 | 39.7 | 43.9 |

予想されたように、テストは工程温度を上昇すると工程時間が減少することを示した。工程時間の減少は、炭酸カルシウムが少なくない場合、工程温度の上昇に対して大きくなった。しかし、炭酸カルシウムの量が増加

するにつれ低い成型温度での工程時間は減少した。テストはまた、最低充填重量が炭酸カルシウムの濃度が高くなると増加することを示した。しかし充填重量は成型温度には無関係であった。

実施例40-44

実施例1-13の場合と同じ方法で、200℃に加熱されたダイを用いて12オンスのコップを製作した。コップの製作に用いた混合物は重量比で以下の成分からなる。

24.95%スタロック400（化工ジャガイモ澱粉）

19.9% R040炭酸カルシウム

4.9% ハイロンVII（化工トウモロコシ澱粉）

49.75%水

0.5% ステアリン酸マグネシウム

乾燥したコップを相対湿度95%温度45℃に設定した調湿チャンバーに入れた。澱粉結合した構造マトリックスに吸収される湿気の量が異なったコップをチャンバーから取り出し、機械的特性を求めた。以下の表にはそれぞれの試料の湿気の量及び機械的特性を示した。

| 実施例 | 湿気成分 | 最高負荷 (N) | 破損変位 (%) | 破損エネルギー (mJ) |
|-----|------|-------------|-------------|-----------------|
| 39. | 0 | 5.5 | 2.9 | 5 |

| | | | | |
|-----|-----|------|------|----|
| 40. | 2 | 8.5 | 3.7 | 12 |
| 41. | 5.5 | 10.5 | 11.8 | 45 |
| 42. | 7.5 | 9.0 | 23.5 | 65 |
| 43. | 9.5 | - | 24.3 | 40 |

テスト結果は、湿気成分の低いところで、湿気成分と機械的特性との間に線形の関係があることを示した。すなわち、湿気成分が増えると機械的特性は向上するが、湿気成分が7.5%以上になると若干低下する。

実施例45-47

実施例1-13の場合と同じ工程パラメータを用い、炭酸カルシウムの比率は異なるが粘性を比較的一定に保った成型可能な混合物から12オンスのコップを製作し、炭酸カルシウムが、必要な水量及び水を蒸発させるのに要する時間にどのような影響を与えるかを調べた。以下の表は、テストを行った組成及び仕上表面を有する形状安定な製品を作成するのに必要な時間を示す。

| 実施例 | 炭酸カルシウム (g) | 澱粉系バインダー (g) | ステアリン酸マグネシウム (g) | 水 (g) | 工程時間 (s) |
|-----|-------------|--------------|------------------|-------|----------|
| 44. | 250 | 250 | 10 | 425 | 50-55 |
| 45. | 350 | 150 | 10 | 350 | 35-40 |
| 46. | 400 | 100 | 10 | 285 | 30 |

テスト結果は炭酸カルシウムの濃度が増えるにつれ、一定

の粘性をもつ混合物を得るのに必要な水量が減少することを示す。さらに、水量が減少した結果、形状安定な製品を作成するのに必要な工程時間も減少した。

実施例48-54

異なった種類の炭酸カルシウムを用いて製品を製作し、この無機骨材の粒子の大きさ及び充填密度の効果を調べた。3種類の炭酸カルシウムから混合物が作られた。すなわち、カービタル(Carbital)75、R040、及びマーブレンド(Marblend)である。これらの炭酸カルシウムの基本的化学組成は同一であるが、粒子径の分布、平均粒子径、自然充填密度(非圧縮充填密度)は以下に示すように大きく異なっている。

| 炭酸カルシウムの種類 | 平均粒子サイズ(μ m) | 自然充填密度 |
|------------|-------------------|--------|
| カービタル75 | 2.395 | 0.3593 |
| R040 | 40.545 | 0.6869 |
| マーブレンド | 68.468 | 0.7368 |

各炭酸カルシウムの粒子サイズの分布を以下に示す。

| カービタル 75 の等級 | | |
|---------------------|--------|--------|
| ふるい開口 (μ m) | 停留 (%) | 通過 (%) |
| 18.000 | 0.00 | 100.00 |
| 5.470 | 10.00 | 90.00 |
| 3.043 | 25.00 | 75.00 |
| 1.583 | 50.00 | 50.00 |
| 0.862 | 75.00 | 25.00 |
| 0.490 | 90.00 | 10.00 |

| R040 の等級 | | |
|---------------------|--------|--------|
| ふるい開口 (μ m) | 停留 (%) | 通過 (%) |
| 275.000 | 0.00 | 100.00 |
| 134.700 | 10.00 | 90.00 |
| 82.150 | 25.00 | 75.00 |
| 41.308 | 50.00 | 50.00 |
| 14.190 | 75.00 | 25.00 |
| 2.782 | 90.00 | 10.00 |

| マーブレンドの等級 | | |
|---------------------|--------|--------|
| ふるい開口 (μ m) | 停留 (%) | 通過 (%) |
| 1000.00 | 0.00 | 100.00 |
| 338.100 | 10.00 | 90.00 |
| 212.200 | 25.00 | 75.00 |
| 36.190 | 50.00 | 50.00 |
| 12.160 | 75.00 | 25.00 |
| 3.761 | 90.00 | 10.00 |

以上3つの表から、テストを行った3種類の炭酸カルシウムの中でカービタル75が最も小さな平均粒子径及び粒子径分布を有し、マーブレンドが最大で、R040が中間であることが分った。各混合物は一種類の炭酸カルシウム、スタロック400ジャガイモ澱粉及び水を含むが、金型離型剤は含まれていない。混合物は実施例1-13の場合と同じ方法で作製、約200℃の金型の間に入れ、形状安定になっ

たときに製品を金型から取り出した。金型はニッケルテフロンコーティングがされており大皿を作るための相補的な形状をしている。形

成された大皿は長さ約25cm、幅18cm、厚さ3mmであった。以下の表に、各混合物の成分、出来上がった大皿の重量及び工程時間を示す。

| 実施例 | 炭酸カルシウム (g) | スタロック 400 (g) | 水 (g) | 大皿重量 (g) | 工程時間(sec) |
|-----------------|-------------|---------------|-------|----------|-----------|
| 炭酸カルシウムカービタル 75 | | | | | |
| 47. | 100 | 900 | 800 | 31.6 | 40 |
| 48. | 200 | 800 | 800 | 32.5 | 40 |
| 49. | 300 | 700 | 800 | NA | NA |
| 炭酸カルシウム R040 | | | | | |
| 50. | 700 | 300 | 800 | 30.2 | 40 |
| 51. | 800 | 200 | 800 | NA | NA |
| 炭酸カルシウム マーブレンド | | | | | |
| 52. | 700 | 300 | 800 | 30.2 | 40 |
| 53. | 800 | 200 | 800 | NA | NA |

実施例48及び49からできた形状安定な製品にはわずかなクラック又は欠陥しか存在しなかった。ただし、実施例48の大皿は実施例49のものより多少高品質であった。実施例50でカービタル75を全固形物の重量比で30%に増やすと、いずれの工程時間においてもクラックがない形状安定な製品はできなかった。実施例51及び53からは、それぞれ全固形物の重量比で70%のR040及びマーブレンドを用いてわずかなクラック又は欠陥しか存在しない形状安定な製品ができた。実施例53で製作された製品が最良であった。R040又はマーブレンドの濃度が全固形物の重量比で80%に増や

された実施例52及び54からはクラックが存在しない形状安定な製品はできなかった。

上の実施例は以下の特性を有する高い濃度の無機骨材を用いて機能的製品を製

作できることを教示している。この特性とは、(1) 骨材が大きな平均径を持つこと（これは骨材に低い比表面積をもたせる）、及び(2) 大きな粒子径分布を示す（これは骨材に高い充填密度をもたせる）ことである。機能的製品を製作できるカービタル75の最大量は重量比で固体分の20%であった。これに比べて、R040又はマーブレンドの場合には、重量比でそれぞれ固体分の70%を用いて機能的製品を製作できた。製品の作成に使用できるこの骨材濃度の差は、R040及びマーブレンドの自然充填密度がカービタル75のその約2倍であることに起因している。さらにこの骨材濃度の差は、R040及びマーブレンドの平均粒径がカービタル75のその約20倍から30倍であることにも起因している。しかし、マーブレンドよりさらに大きな充填密度をもつ骨材を用いれば無機骨材の濃度がより高い製品を形成できると思われる。

また、混合物の粘性はカービタル75の濃度が増すと増加し、R040及びマーブレンドの濃度が増すと減少する。前述したように、澱粉系バインダーは溶媒を吸収する。澱粉系バインダーの一部を無機骨材で置き換えることで、澱粉系バインダーに吸収されるべき溶媒が骨材粒子を潤滑するのに使われる。しかし、澱粉系バインダーを置き換える無機骨材も一方で空隙を作り、これを溶媒が埋めなくてはならない。し

たがって、澱粉系バインダーを少なくして開放された溶媒の量が骨材を加えることによりできる空隙の体積よりも小さければ、混合物の粘性は増加する。この過程がカービタル75の場合である。逆に、澱粉系バインダーを少なくして開放された溶媒の量が骨材を加えることによりできる空隙の体積よりも大きければ、混合物の粘性は減少する。この過程がR040及びマーブレンドの場合である。

実施例55-59

以下の実施例では、澱粉系バインダーを除きすべての成分を一定にした。澱粉系バインダーは徐々に米粉に置換された。米粉は澱粉成分が多く、また蛋白質も多いので、構造マトリックス中で結合効果を持つと思われる。さらに、不活性の部分は不活性有機充填材として機能すると思われる。濃度は重量比で全混合物に対する比率で表わされている。基本的混合物には以下の成分が含まれる。

RO40炭酸カルシウム 24.8%

水 49.5%

ステアリン酸マグネシウム0.5%

スタロック400 変化する

米粉 変化する

以下の表は、細胞径、壁厚、被膜厚さに対する澱粉及び米粉成分の関係を示す。

| 実施例 | スタロック400 | 米粉 | 平均細胞径 | 壁厚さ | 被膜厚さ |
|-----|----------|-------|--------|--------|--------|
| 54. | 24.8% | 0% | 670 :m | 2.2 mm | 300 :m |
| 55. | 19.8% | 5.0% | 450 :m | 2.4 mm | 370 :m |
| 54. | 14.9% | 9.9% | 370 :m | 2.5 mm | 330 :m |
| 57. | 9.9% | 14.9% | 300 :m | 2.3 mm | 250 :m |
| 58. | 5.0% | 19.8% | 300 :m | 2.1 mm | 200 :m |

これらの試料の組成の混合物を用いて製品が成型されたが、細胞の平均径は、米粉の比率が増加しスタロック400(ジャガイモ澱粉)が減少するにつれて減少した。したがって、これらの実施例は、異なった種類の澱粉系バインダーを含む混合物を適当に調整することにより細胞の大きさを変化させることができることを示しており、これにより非常に異なった物理的及び機械的特性を持つ製品を作成できることを示している。このようにして、米粉(又は同様の穀物粉又は澱粉源)の量を変化させて用い、それからできる製品の物理的及び機械的特性を注意深く制御することができる。

実施例60-62

以下の濃度の成分を含んだ混合物から製品を作り、製品の密度及び断熱性に及ぼす水分濃度の効果を調べた。

| 実施例 | ジャガイモ 澱粉 (g) | 炭酸カルシ ウム R040 (g) | ステアリン 酸マグネシ ウム (g) | 水 (g) |
|-----|-----------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| 59. | 500 | 500 | 10 | 700 |
| 60. | 500 | 500 | 10 | 800 |
| 61. | 500 | 500 | 10 | 900 |

製品を作成する混合物内の水量が増加するに従って、平均細胞径が増加し、密度が減少し、断熱性が増加した（すなわち熱伝導度が減少した）。

実施例63

コップを製造するのに用いる成型装置内の通気孔の数を変え、成型されたコップの構造に及ぼす効果を調べた。実施例1の成型可能な混合物からコップが作られたが、用いた成型装置にはそれぞれ2、4、6、8、10の標準サイズの通気孔を設けた。出来上がったコップの側壁の密度は通気孔の数が増えると増加した。これは恐らく、内部圧力の増加がなく、コップ側壁の構造マトリックス内の細胞の膨張が小さく抑えられたためであろう。このため、通気孔の数を少なくすると、できた成型製品の側壁の密度は低く、その構造マトリックス内の細胞は大きくなる。

実施例64-138

種々の澱粉系成型可能な混合物が作られ貝殻容器に形成され、(1)混合物内の無機物濃度、(2)水分濃度、(3)工程温度、(4)充填重量などが製品の破損歪み、曲げ強度及び破損エネルギーに与える影響を調べた。混合物内の無機物濃度は3段階で変化し、それぞれにジョージ・マーブル社のR040炭酸カルシウムを0、30、50重量%混合した。水分濃度が3つの異なったレオロジーを持つように変化し、「標

準ファネル」がそれぞれ20、40、60秒で空になるようにした。澱粉成分はスタロック400化工ジャガイモ澱粉であった。各混合物にはまた金型離型剤として1重量%のステアリン酸マグネシウムを混合した。混合物は小さなホバート混合機で

作られた。乾燥した成分がまず完全に混合され、次に、水分が少しずつ加えられ、レオロジーは頻繁にモニターされ流体時間が20、40、60秒になるようにした。

クラムシェルは底が平らな金型で製作した。製品を作るための温度は160℃、180℃、200℃であった。金型は3つの工程を用いて充填した。すなわち、(1) 完成品を製作するのに必要な最低充填重量、(2) 最低充填重量とその25%を加えたもの、(3) 最低充填重量とその50%を加えたもの、である。工程時間は各実施例に必要な最低値に対応するように調節された。

実施例64-138のクラムシェルのそれぞれから取ったいくつかの試験用条材はそれぞれのクラムシェルの同じ部分から切り取られた。条材の寸法は約15x100mmであった。各実施例に対して4つの条材を用いて機械的性質を調べた。調べたクラムシェル内の湿気は室内温度及び相対湿度に対する平衡湿気であった。平衡湿気は、20℃、相対湿度50%に制御された環境に試験用条材を入れ、重量の増加を測定して得られた。澱粉成分内の湿気は約11重量%であった。定速変位の3点曲げ装置を用いて条材の試験を行った。負荷と変位を測定し、解析を行って破損歪み、曲げ強度、破損エネルギーを求めた。

実施例64-138における無機物濃度、流体時間、工程温度、充填重量や製品の破損歪み、曲げ強度、破損エネルギー等の変数及び機械的特性を以下にまとめた。充填重量の欄に記載されたA、B、Cは、それぞれ必要な最低充填重量、最低充填重量とその25%を加えたもの、及び最低充填重量とその50%を加えたものを示す。

| 実施例 | CaCO ₃ (重量%) | 流体時間 (s) | 温度 (°C) | 充填重量 | 歪み (%) | 曲げ強度 (MPa) | 破損エネルギー (J/m ²) |
|-----|-------------------------|----------|---------|------|--------|------------|-----------------------------|
| 62. | 0 | 20 | 160 | A | 2 | 1.8 | 162 |
| 63. | 0 | 20 | 160 | B | 2 | 1.97 | 278 |
| 64. | 0 | 20 | 160 | C | 2.76 | 2.6 | 363 |
| 65. | 0 | 20 | 180 | A | 2.81 | 2.4 | 403 |
| 66. | 0 | 20 | 180 | B | 1.98 | 2.3 | 215 |
| 67. | 0 | 20 | 180 | C | 2.1 | 2.1 | 154 |
| 68. | 0 | 20 | 200 | A | 2.3 | 2.6 | 316 |
| 69. | 0 | 20 | 200 | B | 2 | 2.4 | 200 |
| 70. | 0 | 20 | 200 | C | 1.9 | 2.6 | 148 |
| 71. | 0 | 40 | 160 | A | 3.9 | 2.4 | 426 |
| 72. | 0 | 40 | 160 | B | 2.35 | 2.6 | 285 |
| 73. | 0 | 40 | 160 | C | 2.27 | 2.5 | 246 |
| 74. | 0 | 40 | 180 | A | 2 | 3.1 | 206 |

| 実施例 | CaCO ₃ (重量%) | 流体時間 (s) | 温度 (°C) | 充填重量 | 歪み (%) | 曲げ強度 (MPa) | 破損エネルギー (J/m ²) |
|-----|-------------------------|----------|---------|------|--------|------------|-----------------------------|
| 75. | 0 | 40 | 180 | B | 1.8 | 2.34 | 179 |
| 76. | 0 | 40 | 180 | C | 2.1 | 2.25 | 247 |
| 77. | 0 | 40 | 200 | A | 1.95 | 2.9 | 217 |
| 78. | 0 | 40 | 200 | B | 2.2 | 2.2 | 224 |
| 79. | 0 | 40 | 200 | C | 2.1 | 2.6 | 184 |
| 80. | 0 | 60 | 160 | A | 2.38 | 2.3 | - |
| 81. | 0 | 60 | 180 | A | 2.18 | 2.5 | 303 |
| 82. | 0 | 60 | 180 | B | 2.2 | 2.4 | 243 |
| 83. | 0 | 60 | 180 | C | 2.5 | 2.45 | 265 |
| 84. | 0 | 60 | 200 | A | 2.54 | 2.9 | 260 |
| 85. | 0 | 60 | 200 | B | 1.7 | 2.46 | 175 |
| 86. | 0 | 60 | 200 | C | 1.9 | 2.15 | 190 |
| 87. | 30 | 20 | 160 | A | 1.2 | 2.6 | 196 |
| 88. | 30 | 20 | 160 | B | 1.6 | 2.4 | 134 |
| 89. | 30 | 20 | 160 | C | 1.96 | 2.9 | 226 |
| 90. | 30 | 20 | 180 | A | 2.2 | 2.36 | 168 |
| 91. | 30 | 20 | 180 | B | 1.5 | 2.3 | 122 |
| 92. | 30 | 20 | 180 | C | 1.75 | 2.3 | 120 |
| 93. | 30 | 20 | 200 | A | 1.5 | 2.37 | - |

| 実施例 | CaCO ₃ (重量%) | 流体時間 (s) | 温度 (°C) | 充填重量 | 歪み (%) | 曲げ強度 (MPa) | 破損エネルギー (J/m ²) |
|------|-------------------------|----------|---------|------|--------|------------|-----------------------------|
| 94. | 30 | 20 | 200 | B | 2.5 | 2.4 | - |
| 95. | 30 | 20 | 200 | C | 1.7 | 2 | - |
| 96. | 30 | 40 | 160 | A | 1.62 | 2.15 | - |
| 97. | 30 | 40 | 160 | C | 1.4 | 1.85 | - |
| 98. | 30 | 40 | 180 | A | 2 | 2.63 | 182 |
| 99. | 30 | 40 | 180 | B | 2.1 | 2.68 | 208 |
| 100. | 30 | 40 | 180 | C | 1.9 | 2.1 | 146 |
| 101. | 30 | 40 | 200 | A | 1.5 | 2.7 | 121 |
| 102. | 30 | 40 | 200 | B | 1.5 | 2.2 | 98 |
| 103. | 30 | 40 | 200 | C | 2 | 2.2 | 178 |
| 104. | 30 | 60 | 160 | A | 1.3 | 2.5 | 130 |
| 105. | 30 | 60 | 160 | B | 1.8 | 2.3 | 146 |
| 106. | 30 | 60 | 160 | C | 1.4 | 2.83 | 134 |
| 107. | 30 | 60 | 180 | A | 2.2 | 3.7 | 258 |
| 108. | 30 | 60 | 180 | B | 1.6 | 3 | 167 |
| 109. | 30 | 60 | 180 | C | 2.2 | 3.7 | 258 |
| 110. | 30 | 60 | 200 | A | 1.5 | 2.8 | 136 |
| 111. | 30 | 60 | 200 | B | 1.4 | 2.48 | 102 |
| 112. | 30 | 60 | 200 | C | 1.72 | 2 | 115 |

| 実施例 | CaCO ₃ (重量%) | 流体時間 (s) | 温度 (°C) | 充填重量 | 歪み (%) | 曲げ強度 (MPa) | 破損エネルギー (J/m ²) |
|------|-------------------------|----------|---------|------|--------|------------|-----------------------------|
| 113. | 50 | 20 | 160 | A | 1.21 | 2.45 | - |
| 114. | 50 | 20 | 160 | B | 1.1 | 2 | 70 |
| 115. | 50 | 20 | 160 | C | 1 | 1.76 | 58 |
| 116. | 50 | 20 | 180 | A | 1.1 | 2.1 | 79 |
| 117. | 50 | 20 | 180 | B | 1.2 | 1.57 | 68 |
| 118. | 50 | 20 | 180 | C | 1.18 | 1.43 | 68 |
| 119. | 50 | 20 | 200 | A | 1 | 2.12 | 61 |
| 120. | 50 | 20 | 200 | B | 1.2 | 2 | 71 |
| 121. | 50 | 20 | 200 | C | 1.03 | 1.46 | 56 |
| 122. | 50 | 40 | 160 | A | 1.3 | 2.5 | 115 |
| 123. | 50 | 40 | 160 | B | 1.14 | 2.1 | 78 |
| 124. | 50 | 40 | 160 | C | 1.1 | 1.4 | 59 |
| 125. | 50 | 40 | 180 | A | 1.3 | 2.2 | 94 |
| 126. | 50 | 40 | 180 | B | 1.5 | 2.04 | 95 |
| 127. | 50 | 40 | 180 | C | 1.37 | 1.7 | 75 |
| 128. | 50 | 40 | 200 | A | 1.4 | 2.25 | 107 |
| 129. | 50 | 40 | 200 | B | 1.2 | 2.13 | 76 |
| 130. | 50 | 40 | 200 | C | 1.1 | 1.4 | 54 |
| 131. | 50 | 60 | 180 | A | 1.3 | 1.85 | 85 |

| 実施例 | CaCO ₃ (重量%) | 流体時間 (s) | 温度 (℃) | 充填重量 | 歪み (%) | 曲げ強度 (MPa) | 破損エネルギー (J/m ²) |
|------|-------------------------|----------|--------|------|--------|------------|-----------------------------|
| 132. | 50 | 60 | 180 | B | 1.14 | 1.8 | 69 |
| 133. | 50 | 60 | 180 | C | 0.97 | 1.54 | 57 |
| 134. | 50 | 60 | 200 | A | 1.4 | 2.7 | - |
| 135. | 50 | 60 | 200 | B | 1.3 | 2.4 | - |
| 136. | 50 | 60 | 200 | C | 1.2 | 2 | - |

上記に示したように、破損歪みはレオロジー、工程温度、充填重量の関数ではなかった。破損歪みに大きな影響を与えるただ一つの因子は炭酸カルシウムの比率であった。この結果から、澱粉と無機物成分との間の境界の結合は比較的弱いのではないかという解釈が成り立つ。澱粉の50%を炭酸カルシウムで置き換えると歪みは約50%減少した。

製品の曲げ強度は主に2つのパラメータ、すなわち、炭酸カルシウムの濃度及び混合物のレオロジー（すなわち水の量）による影響を受けた。強度は、炭酸カルシウムの添加により低下した。また澱粉の50%を炭酸カルシウムで置き換えたことにより、強度は約17%減少した。逆に、混合物の粘性を増加させたことにより強度は増加した。水量を減少し、標準ファネルを通過する流体時間を20秒から60秒に増加させると、強度は約11%増加した。粘性が増加することにより強度が増加したのは、材料の密度が増加したためである。

製品の破損エネルギーは炭酸カルシウムの添加に非常に

敏感であった。これは、無機物の量が破損歪み及び程度は小さいが曲げ強度の両方に影響したためと予想される。澱粉の50%を炭酸カルシウムで置き換えると破損エネルギーが約70%減少した。また工程温度の上昇も破損エネルギーにマイナスに作用した。破損エネルギーに対する工程温度の効果は純粹の澱粉材料に対し

ては比較的小さなものであった。しかし、工程温度を160℃から200℃に上昇させると、50%の炭酸カルシウムを含んだ材料に対して破損エネルギーは約27%減少した。充填重量を超過させることは一般に強度及び破損エネルギーの両方にマイナスに働くが、これは製品の密度が低くなるためである。

実施例139-146

大きな断熱性と小さな密度を有する軽量製品を得るため軽量骨材を含んだ成型可能な混合物を製作した。製品を形成するのに用いた混合物は以下のとおりである。

| 実施例 | ジャガイモ澱粉 (g) | パーライト (混合物に対する体積%) | ステアリン酸マグネシウム (g) | 水 (g) |
|------|-------------|--------------------|------------------|-------|
| 137. | 500 | 5 | 10 | 500 |
| 138. | 500 | 10 | 10 | 500 |
| 139. | 500 | 15 | 10 | 500 |
| 140. | 500 | 25 | 10 | 500 |
| 141. | 500 | 40 | 10 | 500 |
| 142. | 500 | 55 | 10 | 500 |
| 143. | 500 | 65 | 10 | 500 |
| | | | | |
| 144. | 500 | 85 | 10 | 500 |

混合物は、上記のシステム及び方法を用いてコップに形成された。パーライトの量を増加させると、形成されるコップの密度及び熱伝導度は小さくなり、剛性及び脆さは大きくなる。上述の特性に関し最適な均衡が取れたコップは、パーライトの濃度が形成可能な混合物の体積比で約25%から約55%の範囲にある成型可能な混合物を用いて得られる。しかし、ある種の製品においてはこれらの量よりも多い量又は少ない量を用いることが望ましい場合がある。

以下の実施例のグループでは、最初に高い粘性を持つプリブレンド混合物を作ることにより長い繊維を成型可能な混合物内に分散させた。繊維を加えた結果、

破損エネルギー、靱性、金型から外したときの製品の柔軟性が、繊維を用いずに作られた製品に比べ著しく増加した。これに加え、製品はコンディショニングを必要とせず、澱粉結合細胞マトリックス内に残った適当な湿気のため、さらに細胞マトリックス内に分散した繊維の補強効果のため、適当な柔軟性が保たれた。

実施例146

発泡製品を形成するのに用いる成型可能な混合物が以下の成分で作られた。

| | |
|----------------|-------|
| ジャガイモ澱粉 | 500 g |
| 炭酸カルシウム (R040) | 500 g |
| 軟木繊維 | 100 g |
| ステアリン酸マグネシウム | 10 g |

| | |
|---|--------|
| 水 | 1300 g |
|---|--------|

ジャガイモ澱粉100 g、すべての繊維、水800 gを混合しプリブレンド混合物を作ることにより成型可能な混合物が作られた。このプリブレンド混合物を次いでマイクロウェーブのオーブンに入れ、ゲル化温度65℃以上に加熱した。その結果、澱粉はゲル化し、より高い粘性の液体ができ、繊維は其中で浮遊した。次に、このプリブレンド混合物を高剪断で10分間混合し繊維を完全に分散させた。次いで炭酸カルシウム並びに残った澱粉及び水をプリブレンド混合物に加え、混合し、成型可能な混合物が得られた。

実施例148-162

貝殻容器は、5種類の異なった澱粉をそれぞれ含み水量の異なった成型可能な混合物から形成された。これらの実施例の成型可能なそれぞれの混合物は以下の基本的混合組成を持つ。

| | |
|----------------|-------|
| ジャガイモ澱粉 | 500 g |
| 炭酸カルシウム (R040) | 500 g |
| 軟木繊維 (C33) | 100 g |
| 水 | 変化する |
| ステアリン酸マグネシウム | 20 g |

これらの実施例において種々の成型可能な混合物に用いられた澱粉は、ウエス

タンポリマー (Western Polymer) の

ジャガイモ澱粉、コラミル (Collamyl) 910050 ジャガイモ澱粉、蠟トウモロコシ (Waxy Corn) 7351、ステーリーパール (Staley Pearl) トウモロコシ澱粉、スタロック (Sta Lok) 400 化工ジャガイモ澱粉である。成型可能な混合物の水量は澱粉 50 g 毎に 900 g、1100 g、1300 g で変化させた。軟木繊維の量は澱粉及び炭酸カルシウムの合計量に対して 10 重量% であった。個々の軟木繊維を含んだストック繊維シートを小片に砕いて混合物に加えた。着色水には、水 100 g に対し、エッグイエロー 2.55 g、青 0.52 g、ダブルストレングスレッド 0.34 g をそれぞれ混合したものを用いた。すべてのカラーはアイリス社製のものを使用した。

実施例 148-162 のそれぞれの成型可能な混合物は以下の手法で作られた。切断繊維片合計 100 g を 800 g の水に 30 分間浸け、浸した繊維及び水をホバート又はキッチンエイド混合機の混合ボールに入れて、低速から中速で約 4 分間混合し、最初の混合物を形成した。この混合により繊維シート片は小さな繊維の固まりになった。澱粉を 100 g 計量してこの最初の混合物に加え、さらに中間の速度で 1 分間混合し最初の混合物を作った。混合機を停止し、プリブレンドした混合物をプラスチックのビーカーに入れ、標準的な調理用電子レンジ中で高出力下で 10 分間マイクロウェーブを照射し澱粉をゲル化させた。厚く、濃くなった混合物を電子レンジから取り出し、低速、中速及び高速で合計 15 分間剪断混合し、その中の繊維を分散しプリブレンドした混合物を形成した。その後、炭酸カルシウム 500 g、化工していない澱粉 400 g、

及びステアリン酸マグネシウム 20 g をプリブレンドした混合物に加え、それにさらに水を加えて低速から中速で約 5 分間混合した。これにより最終的な均質な澱粉系組成が得られた。後で着色した 100 g の水とさらに必要な水を加えた。

つづいて、澱粉系混合物を貝殻容器生産用の雄金型雌金型の間に入れた。雌金型温度は 180°C、雄金型温度は 190°C で、成型時間は 75 秒であった。次に、成型された貝殻容器を金型から取り外し、調湿器に短時間入れて湿度に関して平衡状態になるようにした。実施例 73-87 では調湿器を用いたが、調湿器の使用は任意で

あり、本発明の製品の形成に必須ではない。

実施例148-162で異なった水量と共に用いた澱粉のリスト、及び成型可能な混合物のそれぞれから形成した貝殻容器の特性を以下に示す。

| 実施例 | 澱粉 | 水 (g) | K(W/m ² · K) | 厚さ (mm) | 湿気 (重量%) | 比重 (g/cm ³) | シェル重量 (g) |
|------|-----------|-------|-------------------------|---------|----------|-------------------------|-----------|
| 147. | ウエスタンポリマー | 900 | 0.065 | 1.643 | 4.808 | 0.358 | 31.44 |
| 148. | ウエスタンポリマー | 1100 | 0.057 | 1.660 | 4.603 | 0.306 | 24.66 |
| 149. | ウエスタンポリマー | 1300 | 0.062 | 1.635 | 5.094 | 0.234 | 20.47 |
| 150. | コラミル | 900 | 0.064 | 1.643 | 4.549 | 0.310 | 27.37 |
| 151. | コラミル | 1100 | 0.055 | 1.593 | 4.536 | 0.251 | 21.47 |
| 152. | コラミル | 1300 | 0.052 | 1.403 | 4.683 | 0.237 | 16.03 |
| 153. | 蠟トウモロコシ | 900 | 0.059 | 1.618 | 4.340 | 0.296 | 24.59 |

| | | | | | | | |
|------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 154. | 蠟トウモロコシ | 1100 | 0.054 | 1.220 | 4.302 | 0.246 | 15.61 |
| 155. | 蠟トウモロコシ | 1300 | 0.056 | 1.543 | 4.188 | 0.229 | 17.77 |
| 156. | ステアーリーパール | 900 | 0.066 | 1.663 | 4.077 | 0.458 | 34.82 |
| 157. | ステアーリーパール | 1100 | 0.063 | 1.660 | 4.054 | 0.291 | 27.32 |
| 158. | ステアーリーパール | 1300 | 0.061 | 1.671 | 3.936 | 0.273 | 22.56 |
| 159. | スタロック 400 | 900 | 0.065 | 1.317 | 5.196 | 0.409 | 28.55 |

| | | | | | | | |
|------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 160. | スタロック 400 | 1100 | 0.063 | 1.500 | 4.670 | 0.306 | 22.83 |
| 161. | スタロック 400 | 1300 | 0.061 | 1.510 | 4.988 | 0.238 | 18.90 |

上記に示したように、実施例の成型可能な混合物で水量を900 g から1300 g に増やすとクラムシェルの重量及び比重は一般に減少する。重量は、蠟トウモロコシ澱粉で最小、非化工澱粉（ステアーリーパール）で最大となり、ジャガイモ澱粉

ではその中間の値を示した。クラムシエルの壁の熱伝導度を3回測定し、平均したK-値が求められた。形成された製品の熱伝導度(K)は、一般に澱粉系混合物の水量が増加し密度が減少するに従って減少した。澱粉系バインダーを変えると異なった熱伝導度を得られ、密度と熱伝導度の間の関係が若干変化した。

実施例148-162で作られたクラムシエルの曲げ強度、破損エネルギー、歪みなどの機械的特性に関するテスト結果を以下に示した。

| 実施例 | 曲げ強度 (MPa) | 破損エネルギー (J/m ²) | 破損前歪み (%) |
|-----|---------------|--------------------------------|--------------|
| 148 | 6.2 | 740 | 2 |
| 149 | 5.5 | 780 | 1.8 |
| 150 | 4.5 | 650 | 1.7 |
| 151 | 5.5 | 600 | 1.7 |
| 152 | 4.3 | 620 | 1.6 |
| 153 | 2.5 | 430 | 1.5 |
| 154 | 3.8 | 500 | 1.7 |
| 155 | 3 | 350 | 1.65 |
| 156 | 2.5 | 200 | 1.65 |
| 157 | 11 | 680 | 1.85 |
| 158 | 7 | 550 | 1.6 |
| 159 | 6 | 480 | 1.55 |
| 160 | 5.2 | 570 | 2.1 |
| 161 | 4.8 | 350 | 1.45 |
| 162 | 4.5 | 270 | 1.3 |

上記に示したように、澱粉系混合物の水量が900 g から1300 g が増えると製品の密度が減少したが、強度、破損エネルギー及び破損歪みも共に減少した。

実施例163-201

スタロック (Sta Lok) 400 ジャガイモ澱粉500 g、炭酸カルシウム500 g、ステアリン酸マグネシウム20 g、並びに濃度をいろいろ変えた繊維及び水を含んだ種々の成型可能な混合物から貝殻容器が形成された。ここで用いた繊維は軟木繊維で

あった。これらの実施例のそれぞれの成型可能な混

合物を成型し、貝殻容器を形成した。

実施例163-201で用いられた、重量比で5%、10%、15%、20%の繊維の量、800gから1500gまでの水量、及び形成されたクラムシエルの最終的重量を以下に列挙した。実施例163-178及び実施例187-201に対して曲げ強度、歪み、破損エネルギーなどの機械的特性に関するテストが行われたが、これについても以下に示した。

| 実施例 | 繊維 (重量%) | 水 (g) | 最終重量 (g) | 曲げ強度 (MPa) | 破損前歪み (%) | 破損エネルギー (J/m ²) |
|-------|-------------|-------|----------|---------------|-----------|--------------------------------|
| 1452. | 5 | 800 | 28.9 | 3.5 | 1.7 | 450 |
| 163. | 5 | 900 | 26.6 | 3.6 | 1.6 | 410 |
| 164. | 5 | 1000 | 23.2 | 3.1 | 1.65 | 350 |
| 165. | 5 | 1100 | 22.4 | 2 | 1.3 | 200 |
| 166. | 5 | 1200 | 20 | 2.5 | 1.6 | 300 |
| 167. | 5 | 1300 | 18.9 | 3 | 1.6 | 375 |
| 168. | 5 | 1400 | 18.3 | 1.6 | 1.8 | 110 |
| 169. | 5 | 1500 | 16 | 1.4 | 1.2 | 100 |
| 170. | 10 | 800 | 33.8 | 4.4 | 2.05 | 720 |
| 171. | 10 | 900 | 27.7 | 4.4 | 1.9 | 930 |
| 172. | 10 | 1000 | 27.8 | 2.8 | 2.8 | 460 |
| 173. | 10 | 1100 | 26.1 | 3.3 | 1.8 | 550 |
| 174. | 10 | 1200 | 24.4 | 3 | 1.7 | 740 |
| 175. | 10 | 1300 | 21.7 | 2 | 2.4 | 470 |
| 176. | 10 | 1400 | 21.2 | 3.2 | 1.9 | 640 |
| 177. | 10 | 1500 | 20.7 | 2.5 | 1.65 | 620 |
| 178. | 10 | 800 | 35.6 | -- | -- | -- |
| 179. | 10 | 900 | 32.8 | -- | -- | -- |

| 実施例 | 繊維 (重量%) | 水 (g) | 最終重量 (g) | 曲げ強度 (MPa) | 破損前歪み (%) | 破損エネルギー (J/m ²) |
|------|-------------|-------|----------|---------------|-----------|--------------------------------|
| 180. | 10 | 1000 | 29.1 | -- | -- | -- |
| 181. | 10 | 1100 | 27 | -- | -- | -- |
| 182. | 10 | 1200 | 26.2 | -- | -- | -- |
| 183. | 10 | 1300 | 23.6 | -- | -- | -- |
| 184. | 10 | 1400 | 23.9 | -- | -- | -- |
| 185. | 10 | 1500 | 21.5 | -- | -- | -- |
| 186. | 15 | 800 | 43 | 8.5 | 2.2 | 1430 |
| 187. | 15 | 900 | 39.4 | 8.3 | 1.85 | 1210 |
| 188. | 15 | 1000 | 36.6 | 7.2 | 2.25 | 800 |
| 189. | 15 | 1100 | 32.7 | 4.8 | 2 | 730 |
| 190. | 15 | 1200 | 32.3 | 5.7 | 1.75 | 880 |
| 191. | 15 | 1300 | 30.3 | 5 | 1.75 | 890 |
| 192. | 15 | 1400 | 23.8 | 3.6 | 1.55 | 720 |
| 193. | 15 | 1500 | 23.6 | 4.3 | 1.25 | 780 |
| 194. | 20 | 900 | 46.6 | 6 | 3.1 | 1050 |
| 195. | 20 | 1000 | 44.9 | 9.2 | 2.4 | 1175 |
| 196. | 20 | 1100 | 37.6 | 5.4 | 2.2 | 950 |
| 197. | 20 | 1200 | 36.3 | 7 | 2.5 | 1000 |
| 198. | 20 | 1300 | 32.1 | 5.5 | 2.25 | 1100 |
| 199. | 20 | 1400 | 31 | 5 | 2.3 | 1100 |
| 200. | 20 | 1500 | 24.7 | 2.2 | 2.4 | 475 |

上記に示したように、実施例163-201の成型されたクラムシエルの重量は、水量が増えるに従って一定の減少を示した。また、繊維の量を増すとクラムシエルの重量が増加した。

実施例163-178及び実施例187-201においては、上記に

示したように、形成された製品の強度が繊維の量と共に増加した。繊維を順次増加させたときの増加の割合を考慮すると、重量比20%よりも重量比15%でより著

しい増加がみられた。歪みは重量比20%の繊維で大きくなったが、破損エネルギーは繊維の量が増えるに従って大きくなった。混合物の水量を増やすと強度が落ちたが、特に繊維の量が大きいときにそれは顕著であった。すべての水量に対して歪みは似たような値を示したが、中間の水量に対しては若干増大した。

重量比10%の繊維を含んだ実施例179-186における成型製品の密度及び熱伝導度を以下に示した。

| 実施例 | 水分 (g) | 密度 (g/cm ³) | k-因子 (W/m · K) |
|-----|--------|-------------------------|----------------|
| 179 | 800 | 0.28 | 0.061 |
| 180 | 900 | 0.25 | 0.057 |
| 181 | 1000 | 0.222 | 0.054 |
| 182 | 1100 | 0.217 | 0.052 |
| 183 | 1200 | 0.224 | 0.053 |
| 184 | 1300 | 0.178 | 0.049 |
| 185 | 1400 | 0.215 | 0.053 |
| 186 | 1500 | 0.185 | 0.051 |

実施例202-209

蠟トウモロコシ澱粉を含み濃度を変えた繊維及び水を含んだ成型可能な混合物から貝殻容器が形成された。他の成分は実施例163-201と同様であった。ここで用いた繊維は軟木繊維で重量比10%であった。実施例202-209の成型可能

な混合物では900 g から1200 g まで水量を変化させた。そしてそれぞれの成型可能な混合物から貝殻容器が成型された。実施例202-209の各実施例の水量及び形成されたクラムシェル最終重量を以下に示した。

| 実施例 | 水分 (g) | 最終重量 (g) | 密度 (g/cc) | k-因子 (W/m · K) |
|------|--------|----------|-----------|----------------|
| 201. | 900 | 26.2 | -- | -- |
| 202. | 1000 | 23.4 | -- | -- |
| 203. | 1100 | 19.9 | -- | -- |
| 204. | 1200 | 19.3 | -- | -- |
| 205. | 900 | 24.5 | 0.21 | 0.052 |
| 206. | 1000 | 21.4 | 0.19 | 0.049 |
| 207. | 1100 | 19.4 | 0.18 | 0.053 |
| 208. | 1200 | 18.5 | 0.165 | 0.051 |

上記に示すように、実施例202-209の成型されたクラムシエルの重量は、水量が増えるに従って一定の減少を示した。実施例206-209において求められた成型された製品の密度は、成型可能な混合物の水量が増えるに伴い減少した。しかし熱伝導度はほとんど一定であった。

実施例210-214

既にゲル化した澱粉の量を25 g から150 g (全澱粉量の5-30重量%)まで変化させた成型可能な混合物から貝殻容器を形成した。実施例135-139のそれぞれの実施例では既にゲル化した澱粉を他の成分と6分間混合し、濃くプリブレンドした混合物を形成した。繊維が分散した濃いプリブレンド

混合物が形成されると、それにゲル化していない残りの澱粉を添加し、澱粉の全量が500 gになるようにした。ここで、炭酸カルシウムは500 g、ステアリン酸マグネシウムは20 gで、追加の水量は200 gであった。次いで、成型可能な混合物は貝殻容器に成型された。

実施例210-214で用いられた既にゲル化した澱粉の量及び形成されたクラムシエルの最終重量を以下に示した。

| 実施例 | ゲル化した澱粉 (重量%) | 最終重量 (g) |
|------|---------------|----------|
| 209. | 5 | 29.9 |
| 210. | 10 | 26.2 |
| 211. | 15 | 26 |
| 212. | 20 | 27.6 |
| 213. | 30 | 25.4 |

既にゲル化した澱粉の量が少ない実施例210 (5重量%) では、成型可能な混合物内における繊維の分散はよくみられなかった。既にゲル化した澱粉の量が多い実施例214 (30重量%) では混合物を処理するのが困難であった。実施例211-213 (10、15、20重量%) で用いた既にゲル化した澱粉の量からは満足できる製品が形成された。ただし15及び20重量%において、10重量%よりもいい結果が得られた。上記に示すように、ここで用いた既にゲル化した澱粉量の範囲では、上例の成型クラムシエルの最終重量に大きな影響を及ぼさなかった。

実施例214

混合物の粘性及び降伏応力に対する澱粉濃度の影響を調べるため、2つの澱粉濃度を持つ澱粉／水の混合物が作られた。

試料1：800 g の水中にウエスタンポリマー (Western Polymer) のジャガイモ澱粉50 g

試料2：800 g の水中に上記の澱粉100 g

これらの試料は10分間マイクロウェーブにかけられ、澱粉の沈殿を防ぐためによく攪拌された。試料1及び2の双方に対しこの方法を用い、非常に均質な既にゲル化した澱粉液体システムが得られた。

各々の試料に対し剪断速度 5 s^{-1} で一点測定法が行われた。試料1の粘性は $12.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ で、試料2の粘性は $75 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であった。測定は、コーン／プレート構成を用いパー・フィジカ (Paar-Physica) MC-20レオメータで行われた。コーンの角度は 1° で0.05mmのトランケーションであった。プレートの直径は50mmであった。これらの一点測定法は12.5mmの平行プレートを用いて再確認された。

剪断速度が $0-100\text{s}^{-1}$ の範囲でフローカーブが作られた。測定では、180秒間以上にわたってアップカーブが作られ、その間剪断速度は増加し、その後60秒間以上にわたってダウンカーブが作られ、その間剪断速度は減少した。ダウンカーブは、剪断が試料の粘性に永久的な効果を及ぼしているかどうかをみるために行われた。図20及び21では、試料1及び2のそれぞれに対してフローカーブ（アップカーブ）を示

している（ダウンカーブは図示していない）。試料1及び2のいずれの濃度においても、最初の測定ではダウンカーブはアップカーブから少しずれることが分った。同じ試料に対し2度目の測定を行ったところ、この差は消滅し、粘性がより安定していることが示された。図20に示されるように、剪断速度が増加すると試料1の粘性は $1.9\text{Pa}\cdot\text{s}$ の安定な状態に下がった。また、図21に示されるように、剪断速度が増加すると試料2の粘性は $9\text{Pa}\cdot\text{s}$ の安定な状態に下がった。

図22及び23は、既にゲル化した澱粉が試料1及び2の澱粉／水混合物の降伏応力及び粘性に及ぼす効果を示している。既にゲル化した澱粉は約6.3重量%（澱粉50g）から約12.5（澱粉100g）重量%の範囲で降伏応力及び粘性を著しく増加させたが、これは図22及び23のビンガム曲線で示されている。澱粉／水混合物の降伏応力及び粘性を増加させるために用いた、この範囲の量の既にゲル化した澱粉は、その混合物に添加した繊維を分散させるのに役立つ。図22は、既にゲル化した澱粉の上記の範囲内で混合物の降伏応力が約80Paから約425Paに増加したことを示す。また図23は、上記の範囲内で既にゲル化した澱粉の混合物の粘性が約 $1\text{Pa}\cdot\text{s}$ から約 $3.8\text{Pa}\cdot\text{s}$ に増加したことを示す。図24は、既にゲル化した澱粉、繊維、無機材料を含む最終混合物に対する降伏応力対粘性のビンガム曲線を示している。最終混合物では、降伏応力は約1400Paに、また粘性は約 $18\text{Pa}\cdot\text{s}$ に増加した。

実施例216-225

ウエスタンポリマー（Western Polymer）のジャガイモ澱粉及びステーリーパール（Staley Pearl）のトウモロコシ澱粉の2つの異なった種類の非化工澱粉を含んだ異なった成型可能な混合物から、貝殻容器が形成された。また水量は900

g から1,700 g まで変化させ、10重量%の軟木繊維を用いた。そして実施例216-225の各々の成型可能な混合物から貝殻容器が成型された。

成型可能な混合物中で異なった水量と共に用いた澱粉及び成型可能な混合物のそれぞれから形成したクラムシェルから得られた特性を以下に示した。

| 実施例 | 澱粉 | 水分 (g) | 密度 (g/cm ³) | 重量 (g) |
|------|------------|--------|-------------------------|--------|
| 214. | ウエスタンポリーマー | 900 | 0.339 | 31.48 |
| 215. | ウエスタンポリーマー | 1100 | 0.274 | 23.55 |
| 216. | ウエスタンポリーマー | 1300 | 0.213 | 17.82 |
| 217. | ウエスタンポリーマー | 1500 | 0.206 | 14.75 |
| 218. | ウエスタンポリーマー | 1700 | 0.156 | 11.91 |
| 219. | ステリーパール | 900 | 0.384 | 30.96 |
| 220. | ステリーパール | 1100 | 0.343 | 26.93 |
| 221. | ステリーパール | 1300 | 0.219 | 17.86 |
| 222. | ステリーパール | 1500 | 0.190 | 15.20 |

| | | | | |
|------|---------|------|-------|-------|
| 223. | ステリーパール | 1700 | 0.231 | 15.40 |
|------|---------|------|-------|-------|

上記に示すように、実施例216-225において成型可能な混合物中の水量が増えると、最終製品の平均重量は減少した。ただ一つの例外は実施例225で、1700 gの水を用いて不良試料が得られた。この実施例225を除き、製品の密度も成型可能な混合物中の水量が増加するに従って減少したが、これは、重量の減少が、製品の形成の過程で蒸気が大きな発泡を作るために起きることが示されている。実

施例225の製品の密度が増加したことにより、1700 gの水を用いて得られた製品は密度の点では好ましくないことが示された。このように、実施例216-224では、製品の重量は水量が増えるに従って減少し、軽量で、密度の低い製品ができる。

実施例216-224から作られたクラムシエルの機械的特性について調べた。曲げ強度、破損エネルギー及び歪みの値を以下に示した。

| 実施例 | 強度 (MPa) | 破損エネルギー (J/m ²) | 歪み (%) |
|-----|-------------|--------------------------------|--------|
| 216 | 4.7 | 780 | 2.1 |
| 217 | 4 | 550 | 1.7 |
| 218 | 2.7 | 370 | 2.2 |
| 219 | 2.6 | 350 | 1.5 |
| 220 | 2 | 250 | 1.6 |
| 221 | 7.2 | 660 | 1.6 |
| 222 | 5.5 | 710 | 1.8 |

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 223 | 3.6 | 520 | 1.9 |
| 224 | 3.7 | 450 | 1.3 |

上記に示すように、実施例216-224では、水量が900 gから1700 gに増えるに従って、一般に強度は減少し、破損エネルギーも減少するが、歪みは1.3%から2.2%の間で変動した。

図25は、被膜厚さを実施例216-225の製品の水量の関数として示したグラフである。図25は、種々の成型可能な混合物中で水量を増加すると、最終製品の被膜厚さが一般に減少することを示している。この結果は、これらの製品の密度が水量を増やすと減少することと合致するが、これは密度が主に製品の外側の被膜厚さによって決まるからである。

図26は、内部細胞の平均直径を実施例216-225の製品の水量の関数として示したグラフである。図26は、水量を増加させると、製品の発泡構造マトリックスの細胞の直径も一般に増加することを示している。ただ一つの例外は実施例225で

、この場合のみ細胞の平均直径は減少した。内部細胞が大きければ、形成された製品の密度がそれだけ低くなり、柔軟性も大きくなる。

実施例216-225の製品の被膜厚さ及び内部細胞の平均直径を以下に示す。

| 実施例 | 被膜厚さ(μ m) | 平均細胞径(μ m) |
|-----|----------------|-----------------|
| 216 | 280 | 640 |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

| | | |
|-----|-----|------|
| 217 | 280 | 680 |
| 218 | 170 | 820 |
| 219 | 110 | 825 |
| 220 | 120 | 950 |
| 221 | 240 | 640 |
| 222 | 220 | 650 |
| 223 | 175 | 870 |
| 224 | 115 | 1025 |
| 225 | 125 | 800 |

水量が高い混合物から成型された実施例216-225の製品は、その表面にあるピンホール数が最も少なく、またその大きさももつとも小さいようである。したがって、これらの軽量製品は適当な材料で比較的容易にコーティングをすることができ、耐水性や耐油性を増加させることができる。

実施例224

以下の種々の水量を含んだ澱粉系で繊維を含んだ3つの試料の粘性測定が行われた。

試料1： 水量 900 g

試料2： 水量 1300 g

試料3： 水量 1500 g

これら試料の粘性はパー・フィジカ (Paar-Physica) の測定機を用いて測定された。1 mmの間隔をもった平行構成が用いられた。分離と繊維の整列を避けるため測定は速やかにまた比較的低い剪断速度で行われる必要があった。

図27は、試料1の混合物に対する剪断速度対粘性(η)のフローカーブを示している。図27は、剪断速度が増えるに

従って見かけの粘性が下がることを示しているが、剪断速度は 25s^{-1} 、粘性は約 $500\text{Pa}\cdot\text{s}$ で一定になった。試料1の混合物は、剪断速度が 5s^{-1} で見かけの粘性が約 $1700\text{Pa}\cdot\text{s}$ であった。

図28-29は試料2のいろいろなフローカーブを示している。図28は、剪断速度が増えるに従い見かけの粘性が下がることを示すが、剪断速度が 22s^{-1} 、粘性は約 $80\text{Pa}\cdot\text{s}$ で一定になった。試料2の混合物では剪断速度が 5s^{-1} 、見かけの粘性が約 $340\text{Pa}\cdot\text{s}$ であった。図29は、試料2に対する剪断速度対降伏応力のフローカーブを示している。降伏応力(τ)は、最初の 1400Pa から剪断速度が 22s^{-1} で 1820Pa にまで増加した。降伏応力の増加分(1400Pa から 1820Pa)を剪断速度(22s^{-1})で割ることによりプラスチック粘性が $19.1\text{Pa}\cdot\text{s}$ と求められた。

図30は試料2の他の混合物のフローカーブを示している。図30は、剪断速度が増えるに従って見かけの粘性が下がることを示しているが、剪断速度が 20s^{-1} 、粘性は約 $75\text{Pa}\cdot\text{s}$ で一定になった。試料2の混合物は、剪断速度が 5s^{-1} で見かけの粘性が約 $165\text{Pa}\cdot\text{s}$ であった。

図31は試料2の混合物に対する剪断速度が 5s^{-1} での粘性-時間-カーブを示している。図31は剪断時間と共に見かけの粘性が下がることを示しているが、粘性は約 $100\text{Pa}\cdot\text{s}$ で一定になった。これは時間が経つにつれ剪断の方向に繊維が整列することによるためであろう。初期の粘性は、8秒後剪断速度 5s^{-1} で $446\text{Pa}\cdot\text{s}$ であった。この値は3回

行った一点測定法で得られた値($419\text{Pa}\cdot\text{s}$ から $472\text{Pa}\cdot\text{s}$ まで変化した)の平均値である。

図32-33は試料3のいろいろなフローカーブを示している。図32は、剪断速度が増えるにつれ見かけの粘性が下がることを示しているが、剪断速度が 24s^{-1} で粘性は約 $24\text{Pa}\cdot\text{s}$ で一定になった。試料3の混合物は、剪断速度が 5s^{-1} で見かけの粘性が約 $60\text{Pa}\cdot\text{s}$ であった。図33は、試料3に対する剪断速度対降伏応力のフロ

ーカーブを示している。降伏応力は、最初の215Paから剪断速度が 26.5s^{-1} で600Paにまで増加した。降伏応力の増加分(215Paから600Pa)を剪断速度(26.5s^{-1})で割ることによりプラスチック粘性が $14.5\text{Pa}\cdot\text{s}$ と求められた。

実施例227-246

貝殻容器が種々の成型可能な混合物を用いて形成された。クラムシェルは、最大の残留湿気を有する高品質の製品を製造するのに必要な最小成型時間を決めるため成型時間を変化させて形成された。クラムシェルは、異なった水量の2つの成型可能な混合物から形成された。成型可能な混合物中の成分はすべて同じであるが、ただクラムシェルの上部は1400gの水量で形成され、クラムシェルの下部は1300gの水量で形成された。成型可能な混合物は以下の基本的混合組成を有する。

ウェスタンポリマーのジャ500g

ガイモ澱粉

炭酸カルシウム(ジョージ 500g

アマーブル R040)

フェデラル軟木繊維 100g

水 1400g、1300g

ステアリン酸マグネシウム20g

金型は以下の一定温度まで加熱されたが成型過程では調節されなかった。

金型中心： 195℃

前部板： 190℃

後部板： 190℃

出発点として30秒の成型時間が最初に選ばれた。用いた成型時間でできた製品が適切な品質でない場合には、満足できる製品ができるまで5秒ずつ時間が増やされた。ある成型時間で満足のいく製品ができると、3つの試料の平均をとるためさらに2つの試料が作られた。この手順が最長成型時間130秒に達するまで続けられた。満足のいく製品とは、形状安定で、(加熱不足のため)泡がなく、滑らかな表面をしたものと決められた。

試料の重量は金型から出してすぐに測定された。次に試料は150℃のオーブンで乾燥され、再び重量が測定された。湿気は、試料の金型から出したときの重量から乾燥させたときの重量を差し引き、金型から出したときの重量で割って得ら

れた。各実施例に対して3つの試料の平均湿気が求められた。上部シェルと下部シェルは別々に求められた。各実施例227-246に対する成型時間並びに上部シェル及び下部シェルの最終湿気成分を以下に示した。

| 実施例 | 成型時間 (s) | 上部シェルの湿気 (重量%) | 下部シェルの 湿気 (重量%) |
|------|----------|-------------------|--------------------|
| 227. | 35 | 4.9 | 9.3 |
| 225. | 40 | 3.3 | 5.4 |
| 226. | 75 | 3.1 | 4.4 |
| 227. | 50 | 1.0 | 3.2 |
| 228. | 55 | 1.4 | 3.3 |
| 229. | 60 | 1.1 | 2.4 |
| 230. | 65 | 0.9 | 1.4 |
| 231. | 70 | 0.7 | 1.3 |
| 232. | 75 | 1.2 | 1.1 |
| 233. | 80 | 1.3 | 1.2 |
| 234. | 85 | 0.9 | 1.0 |
| 235. | 90 | 0.8 | 0.8 |
| 236. | 95 | 1.2 | 0.7 |
| 237. | 100 | 1.1 | 1.1 |
| 238. | 105 | 1.0 | 1.3 |
| 239. | 110 | 0.8 | 1.0 |
| 240. | 115 | 0.9 | 1.0 |
| 241. | 120 | 1.3 | 1.2 |
| 242. | 125 | 1.1 | 1.0 |
| 243. | 130 | 1.2 | 1.2 |

上記に示すように、試料の湿気と成型時間の間には矛盾のない関係が存在して

いる。上部シェル及び下部シェルの湿気は成型時間のわずかな増加に対して大きな減少を示した。両者共に残留湿気は70-75秒で0-1重量%の間で一定になった。この時間より長い時間に対して変動しているのは、このような時間で金型から取り出された製品は實際上完全に乾燥しているためである。これら乾燥した製品は重量を測定するまでに空気中から湿気を吸収するため湿気成分の変動が起きるのである。

上部シェルに対するデータから良品の製品を生産するには40-45秒の成型時間で十分であることが分る。35秒より短い時間成型された試料はすべて不良品であったが、40秒では1つの試料が不良で、45秒では3つの試料がすべて十分に成型されていた。製品の湿気の試料平均値は、40秒（実施例228）で約3.3重量%、45秒（実施例229）で約3.1重量%となる。したがって満足のいく製品を作成するのに上部シェルは約3重量%の湿気をもっていることになる。

下部シェルは高い密度を有するため、下部シェルに対しては長い成型時間が必要である。45秒以下ではすべての試料が不良であった。成型時間50秒では3つの試料がすべて満足のいくものであったが、55秒では1つの試料が不良であった。金型の設計において熱伝導をよくする必要性を考えなければ、下部シェルに対する十分な成型時間は55-60秒（実施例231-232）であることが分った。したがって満足のいく製品を作成するのに下部シェルは約2-3重量%の湿気を

もっていることになる。

したがって、本発明により、金型から取り出したときの残留湿気が約3重量%でその後コンディショニングを必要としない澱粉系クラムシェルを生産することが可能になる。そのようなクラムシェルを生産するのに必要な成型時間は上部シェルに対しては約40-45秒で下部シェルに対しては約55-60秒である。

実施例247-267

貝殻容器が種々の成型可能な混合物を用いて形成された。これらの製品を形成するときの金型中の混合物の充填重量を求め、この充填重量が製品の最終重量に及ぼす効果を調べた。混合物の水量は1100 g、1300 g、1500 gで、ウエスタンポリマーのジャガイモ澱粉がR040炭酸カルシウムと10重量%の軟木繊維と共に用い

られた。それぞれの実施例247-267に対して形成された製品の水量、充填重量、最終重量を以下に示す。

| 実施例 | 水分 (g) | 充填重量 (g) | 最終重量 (g) |
|------|--------|----------|----------|
| 244. | 1100 | 25 | - |
| 245. | 1100 | 27.5 | 24.87 |
| 246. | 1100 | 30 | 24.18 |
| 247. | 1100 | 32.5 | 23.63 |
| 248. | 1100 | 35 | 22.95 |
| 249. | 1100 | 37.5 | 22.44 |
| 250. | 1100 | 40 | - |
| 251. | 1300 | 25 | - |
| 252. | 1300 | 27.5 | 18.26 |

| 実施例 | 水分 (g) | 充填重量 (g) | 最終重量 (g) |
|------|--------|----------|----------|
| 253. | 1300 | 30 | 17.67 |
| 254. | 1300 | 32.5 | 17.34 |
| 255. | 1300 | 35 | 16.82 |
| 256. | 1300 | 37.5 | 16.80 |
| 257. | 1300 | 40 | - |
| 258. | 1500 | 25 | - |
| 259. | 1500 | 27.5 | 16.42 |
| 260. | 1500 | 30 | 15.55 |
| 261. | 1500 | 32.5 | 14.75 |
| 262. | 1500 | 35 | 14.73 |
| 263. | 1500 | 37.5 | 15.18 |
| 264. | 1500 | 40 | - |

上記に示すように、同じ水量に対し充填重量が増加すると最終製品の重量が減少した。また、同じ充填重量に対し水量が多いと製品の重量は小さくなった。充填重量が25 g 及び40 g に対しては不良製品が形成されたため最終重量は記載されていない。

実施例268-273

貝殻容器が種々の成型可能な混合物を用いて形成された。実施例268-273の成型可能な混合物では、ウエスタンポリマーのジャガイモ澱粉が、綿のリンターや木材繊維を含むいろいろな種類の繊維と共に用いられた。実施例268-273のそれぞれに対する繊維の種類及び量、形成された製品の湿気及び高密度を以下に示した。

| 実施例 | 繊維の種類 (重量%) | 湿気 (重量%) | 密度 (g/cm ³) |
|------|------------------------------|----------|-------------------------|
| 265. | Cotton Flock D200 fine (20%) | 4.98 | 0.217 |
| 266. | 綿フロック D260 中間 (20%) | 4.90 | 0.217 |
| 267. | 綿フロック D275 粗 (20%) | 5.04 | 0.223 |
| 268. | アルファセル C10 (20%) | 5.05 | 0.215 |
| 269. | 軟木 (10%) | 5.05 | 0.225 |
| 270. | 堅木 (10%) | 5.48 | 0.198 |

実施例268-273で形成されたクラムシエルの機械的特性も調べた。これらの機械的特性には、40mmの長さにわたって10mmの変位ができるように曲げたときの強度（最高負荷）、歪み（破壊時）、破損エネルギーが含まれる。これらの機械的特性を以下に示した。

| 実施例 | 強度 (MPa) | 歪み (%) | 破損エネルギー (J/m ²) |
|-----|----------|--------|-----------------------------|
| 268 | 3.501 | 1.34 | 223 |
| 269 | 3.179 | 1.68 | 406 |
| 270 | 2.33 | 1.6 | 204 |
| 271 | 2.69 | 1.27 | 173 |
| 272 | 3.865 | 1.74 | 771 |
| 273 | 3.145 | 1.35 | 452 |

上記に示したように、綿の繊維は澱粉マトリックスに強度を与えたが、破損後

は異なった反応を示した。軟木繊維を含んだ材料(実施例272)は、材料中に最初クラックが入り負

荷が減少し始めてから長い時間経った後でもその一体性を維持したが、このことはこの材料が靱性のある材料であることを示している。綿の繊維及びアルファセル(実施例269-271)でできた製品はより急激に破損し、したがってよりもろかった。中間の綿の繊維を含んだ製品(実施例269)で軟木繊維を含んだ製品に最も近い歪みの測定値が得られたが、細い綿の繊維を含んだ製品(実施例268)では軟木繊維を含んだ製品に最も近い強度の測定値が得られた。

比較試験

本発明の繊維強化澱粉系組成を2つ用意し、貝殻容器に成型し、その歪み、曲げ強度、破損エネルギーなどの機械的特性を、盆に形成された繊維を用いない従来の繊維系材料の機械的特性と比較した。クラムシェルに成型された当発明の組成は以下で試料1及び2で表わされ、従来の繊維系材料は試料3で表わされている。

試料1及び2に対する、当発明のクラムシェルを成型するのに用いた本発明の混合物の成分及びそれぞれの量を以下に示した。成分は、最初100gの澱粉系バインダーを水中でゲル化し、次いで高降伏応力流体部が剪断を混合機から繊維のレベルにまで伝達して、繊維を流体部中に一様に分散させることにより混合された。

| 成分 | 試料 1 | 試料 2 |
|---------|-------|--------|
| ジャガイモ澱粉 | 500 g | 1000 g |

| | | |
|-------------------|--------|--------|
| 炭酸カルシウム (RO40) | 500 g | 0 |
| 軟木繊維 | 100 g | 100 g |
| ステアリン酸マグネシウム | 20 g | 20 g |
| 水 | 1300 g | 1300 g |

試料3の盆は、繊維又は無機骨材を含まない従来の澱粉系混合物（すなわち、澱粉バインダー、水、及び金型離型剤）から作られた。その大きさは25x25cmであった。試験は、試料3の盆と試料1及び2のクラムシエルの下部からとられた部分で行われ、それら材料の種々の性質及び機械的特性が調べられた。試料1-3から作られた製品の厚さ、湿気成分、及び密度を以下に示した。

| 実施例 | 厚さ (mm) | 湿気 (重量%) | 密度 (g/cm ³) |
|-----|---------|----------|-------------------------|
| 1. | 2.11 | 5.05 | 0.225 |
| 2. | 2.1 | 10.74 | 0.149 |
| 3. | 3.46 | 10.78 | 0.208 |

試料1-3それぞれに対する、歪み、曲げ強度、破損エネルギーなどの機械的特性を定変位速度で3点曲げ試験を用いて測定した。負荷及び変位を測定し、それを解析して曲げ強度、破損歪み、及び破損エネルギーを求めた。これらの機械的特性を、試料1-3の異なった密度を考慮した規格化した破損エネルギーも含めて以下に示した。

| 実施例 | 曲げ強度 (MPa) | 歪み (%) | 破損エネルギー (J/m ²) | 規格化破損エネルギー (J/m ²)/(g/cm ³) |
|-----|------------|--------|-----------------------------|---|
| 1 | 3.865 | 1.74 | 771 | 3430 |
| 2 | 3.464 | 1.88 | 526 | 3530 |
| 3 | 2.968 | 2.1 | 156 | 750 |

上に示すように、本発明の試料1及び2を用いて作られた製品の曲げ強度は従来の澱粉系混合物の試料3を用いた製品の曲げ強度より大きな値を示した。試料3から作られた製品の厚さ(3.46mm)は試料1及び2から作られた製品の厚さ(2.11mm及び2.1mm)より大きいため、試料3に対しその厚さを約2mmとしたときに比べ試験法に制限があるため、人工的に高い曲げ強度が得られると予想される。したがって、試料3が試料1及び2と同じ厚さ(2.1mm)であれば、試料3の曲げ強度はより低くなっていたであろう。破損前の歪み、すなわち伸張は試料1-3ともほぼ同程度であったが、破損エネルギーに関しては、試料3から作られた製品に比べ試料1及び2から作られた製品が大きかった。試料2から作られた製品の密度が試料3から作られた製品の密度よりはるかに低いため、試料2と試料3から作られた製品間の破損エネルギーの差はさらに著しいものであった。図34のグラフは、試料3の従来の澱粉系材料の規格化した破損エネルギーに比べ試料1及び2の規格化した破損エネルギーが非常に大きいことを示している。したがって、ここで行われた比較試験は、繊維を本発明の混合物中に十分に一様に分散

させることにより、従来の技術で作られた製品に比べ曲げ強度が大きく破損エネルギーが著しく大きな製品が得られることを示している。

第2の比較試験では、試料1-3の混合物から作られた製品の引張り強度及び他の特性が測定された。さらに、本発明の他の混合物が前述のように作られ(試料4)クラムシェルに形成された。繊維の入らない標準澱粉系混合物(試料5)がまたクラムシェル製品に形成された。最後に、皿状の形状をした製品が第2の従来の澱粉系材料(試料6)から作られた。試料4-6のそれぞれの混合物に対する成分及びその分量を以下に示した。

| 成分 | 試料 4 | 試料 5 | 試料 6 |
|----------------------------|--------|--------|---------------------------------|
| ジャガイモ澱粉 | 1000 g | 1000 g | 495 g |
| セトダン(乳状化したモノグリセリド)と混合した植物油 | 0 | 0 | 50 g (47 g oil and 3 g Cetocan) |
| 軟木繊維 | 50 g | 0 | 0 |
| 金型離型剤 | 20 g | 20 g | 5 g |
| 水 | 1300 | 1300 | 500 |

以下のように種々の製品からとった試験用試料片を準備した。すなわち、試料 1-2 及び試料 4-5 の試験用試料片はクラムシェルの下部から、また試料 3 及び 6 は盆及び皿から切り取られた。引っ張り強度試験用の試料片は 25mmx60mm の大きさに切断された。澱粉系材料の機械的特性は一般に湿気成分に敏感で、環境の湿度に伴って時間的に変化する

ため、これら 6 つのすべての試験用試料の湿気成分は平衡状態にされ、より信頼性のある比較試験が得られるようにした。具体的には、各試験用試料は 25℃ 相対湿度 52% の調湿器に 12 時間入れ、各試験用試料内の湿気が澱粉成分の約 10 重量% になるようにした。各試験用試料内の湿気は、試験が行われるまでこのレベルで保たれた。

真鍮のシムストック（厚さ 0.005 インチ）を試料の各端に取り付け、張力又は引っ張り応力を加えるための試験器に対し試料を固定した。シムは、各端で 15mm のオーバーラップをもち、約 15mm の張り出しができるように試料に付けられた。取り付けにはスーパーグルーが用いられたが、これは硬化時間が短いためと剪断強度が高いためである。

インストロン (Instron) 8501 装置とシリーズ 9 のプログラムを用いて各試験試料の引っ張り強度を測定した。グリップ間の間隔は約 70mm で、試験用試料は真鍮シムの張り出し部で保持された。真鍮シムの剛性は試験用試料の澱粉系材料の約 1.000 倍であるため、シムに間接的に負荷を加えることが試験結果に大きく影響することはないと仮定した。試験は変位制御の下に行われ、負荷速度は毎分 10 mm で一定であった。変位又は伸張は試料が完全に破壊するまで、すなわち試料が

負荷に対し抵抗を示さなくなるまで続けられた。

引っ張り強度は最大負荷を破壊面の面積で割ることによって求められた。破損前歪みは、最大負荷での変位をゲージ長（シムの間にある試料の長さ）で割って得られた。剛性が非常に高いため、シム内の歪みはわずかであろうと仮定した。

破損エネルギーは、負荷変位曲線の下側（試料が完全に破壊する点まで）の面積を計算し、それを破壊面の試料面積で割ることによって求められた。

試料1-6の材料の上述した機械的特性並びに密度及び澱粉成分を以下にまとめた。

| 実施例 | 密度 (g/cm ³) | 澱粉重量 比 | 引っ張り 強度 (MPa) | 歪み (%) | 破損エネ ルギー (J/m ²) |
|-----|----------------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------------------------|
| 1 | 0.243 | 0.45 | 1.407 | 1.44 | 831 |
| 2 | 0.196 | 0.89 | 1.88 | 1.57 | 723 |
| 3 | 0.209 | 0.98 | 1.08 | 1.83 | 573 |
| 4 | 0.192 | 0.93 | 1.8 | 1.64 | 678 |
| 5 | 0.145 | 0.98 | 0.93 | 1.6 | 397 |
| 6 | 0.13 | 0.89 | 1.04 | 1.4 | 388 |

上記の表では、引っ張り強度及び破損エネルギーは、十分に一樣に分散した繊維を含んだ試料1、2、4の混合物から作られた製品で著しく大きいことが示されている。次いで、試料1-6に対し、その引っ張り強度及び破損エネルギーの機械的特性が密度及び澱粉の重量で規格化された。その結果が以下に示されている。

| 実施例 | 規格化引っ張り強度 (MPa)/[(g/cm ³)・澱粉 重量比] | 規格化破損エネルギー (J/m ²)/[(g/cm ³)・澱粉重 量比] |
|-----|---|--|
| 1 | 13 | 7599 |
| 2 | 11 | 4142 |
| 3 | 5 | 2798 |

| | | |
|---|----|------|
| 4 | 10 | 3796 |
| 5 | 7 | 2795 |
| 6 | 9 | 3356 |

上記に示したように、本発明によって作られた試料 1、2、4 の製品に対する規格化した引っ張り強度及び破損エネルギーは、繊維を含まない試料 3、5、6 の従来の材料に比べ非常に大きかった。中でも無機物成分を導入するため製品の単位重量当りの澱粉量を非常に少なくした試料 1 の引っ張り強度及び破損エネルギーは特に顕著であった。この比較試験は、一様に分散された繊維の導入により、本発明の澱粉系材料の単位澱粉量当たりの引っ張り強度及び破損エネルギーが大きく増大することを示している。これは特に炭酸カルシウム量が多い場合に顕著である。

VII. まとめ

上記により、本発明は、容器及び他の製品を生産するための最適な材料として、紙、厚紙、金属、プラスチック、ポリスチレン、又は他の有機材料を置き換え得る新規の有機結合した材料の混合物及び製造方法を提供することが理解できるであろう。

本発明はまた、そのような有機結合した材料内で大量の水を用いずに繊維の分散を改良する混合物及び方法を提供する。このような混合物及び方法は、前記の容器及び他の製品を作るのに用いる有機結合した材料内で、特に比較的長い繊維（すなわち平均長が約 1.5mm よりも長いもの）を完全

に分散させることが可能である。

本発明はさらに、比較的大きな比率の無機骨材、特に地球と両立し地中から得られる骨材充填材を含み、しかも全体的構造及び所望する機械的特性を維持できる有機結合した材料の混合物及び製造方法を提供する。

さらに、本発明は、紙、厚紙、金属、ポリスチレン、プラスチック、又は他の有機材料と比べて同等かそれ以上の特性を有する高度に無機物充填した有機結合した製品を作りだす混合物及び方法を提供する。

本発明はまた、必要な柔軟性又は靱性を得るために高湿度コンディショニングを長時間行うことなく容器及び他の製品の製造を可能にする混合物及び方法を提供する。

本発明はさらに、細胞マトリックス内に適当な湿気を保つため、又は細胞マトリックスを耐水性にするためのコーティングを施す必要がない澱粉系製品が得られる混合物及び方法を提供する。

本発明はその上、従来の澱粉系製品に比べてより滑らかで一様な表面を有する澱粉結合した容器及び他の製品の製造を可能にする混合物及び方法を提供する。

本発明はさらに、同一製品中で断面厚さが変化する澱粉結合した製品の製造を可能にする混合物及び方法を提供する。

さらに本発明は、紙、厚紙、金属、ポリスチレン、プラスチック、又は他の有機材料からそのような製品を形成するのに現在用いられている現存の製造装置及び技術を用いて製品を製造する混合物及び方法を提供する。他の目的は、この

ような混合物及び方法が従来の材料から製品を製造するときに廃棄物を生じないことである。

本発明はまた、製造工程で取り除かねばならない水量が（紙又は他の有機系材料に比べて）少なくすむため、工程時間を減少し初期設備投資を少なくできる混合物及び方法を提供する。

本発明はさらに、紙、厚紙、金属、プラスチック、ポリスチレン、又は他の有機材料から容器又は他の製品を製造する現在の方法と同じか、それよりも低いコストで容器又は他の製品を製造することを可能にする混合物及び方法を提供する。特に、重要な目的及び特長はそのような混合物及び方法が、紙、金属、ポリスチレン、プラスチック、又は他の有機材料のような従来の材料から製品を作るときに現在消費しているエネルギー、価値ある自然資源、及び初期資本の消費を減少させることにある。

本発明はさらに、紙、厚紙、金属、ポリスチレン、プラスチック、又は他の有機材料に比べて同様な断面積及び断熱性、強度、靱性などで同程度の機械的特性を有する製品が得られる混合物及び方法を提供する。

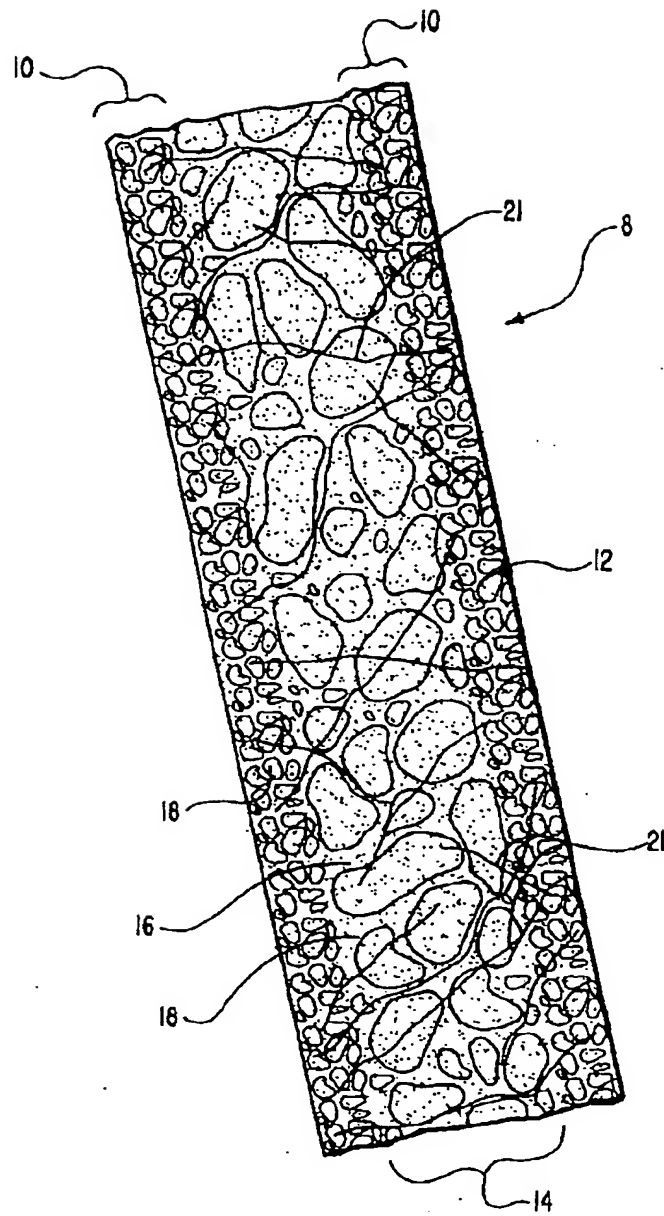
本発明はまた、製造を始めてから数分程度で速やかに形成されて仕様可能になる高度に無機物充填した有機結合製品の大量生産を可能にする混合物及び方法を提供する。

最後に、本発明は、従来の方法で製造される澱粉系材料に比べ大きな柔軟性、曲げ強度、靱性、成型性、大量生産性、製品安定性をもち、かつ環境に対しては小さな影響しか与え

ない高度に無機物充填した澱粉系材料の生産を可能にする混合物及び方法を提供する。

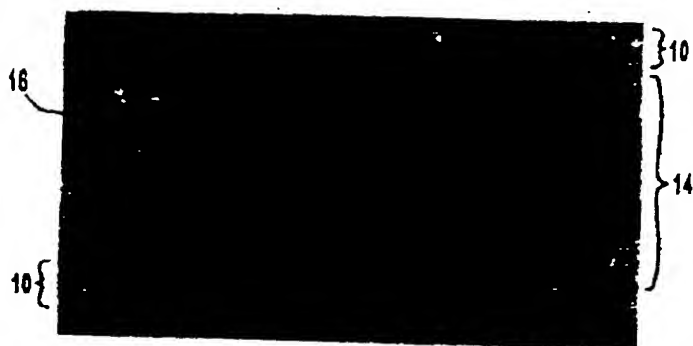
本発明は、その精神及び本質的性質から逸脱することなく他の形式で実現できるかもしれない。上述した実施例は、すべての点において例としてのみ考えられるべきで、いかなる制限も与えるものではない。それ故、本発明の範囲は、前記の説明ではなく以下の特許請求項により示される。請求項が意味する範囲内及び等価である範囲内での修正はそれら請求項の範囲に含まれるものとする。

【図 2】



第 2 図

【図 2】



第 2 A 図

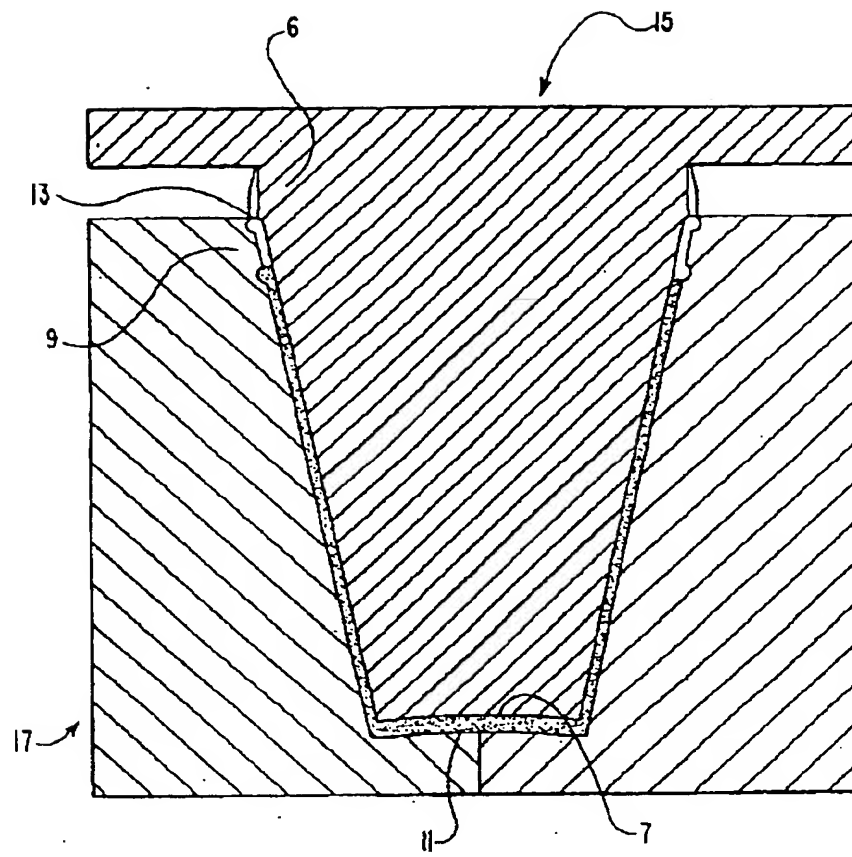


第 2 B 図



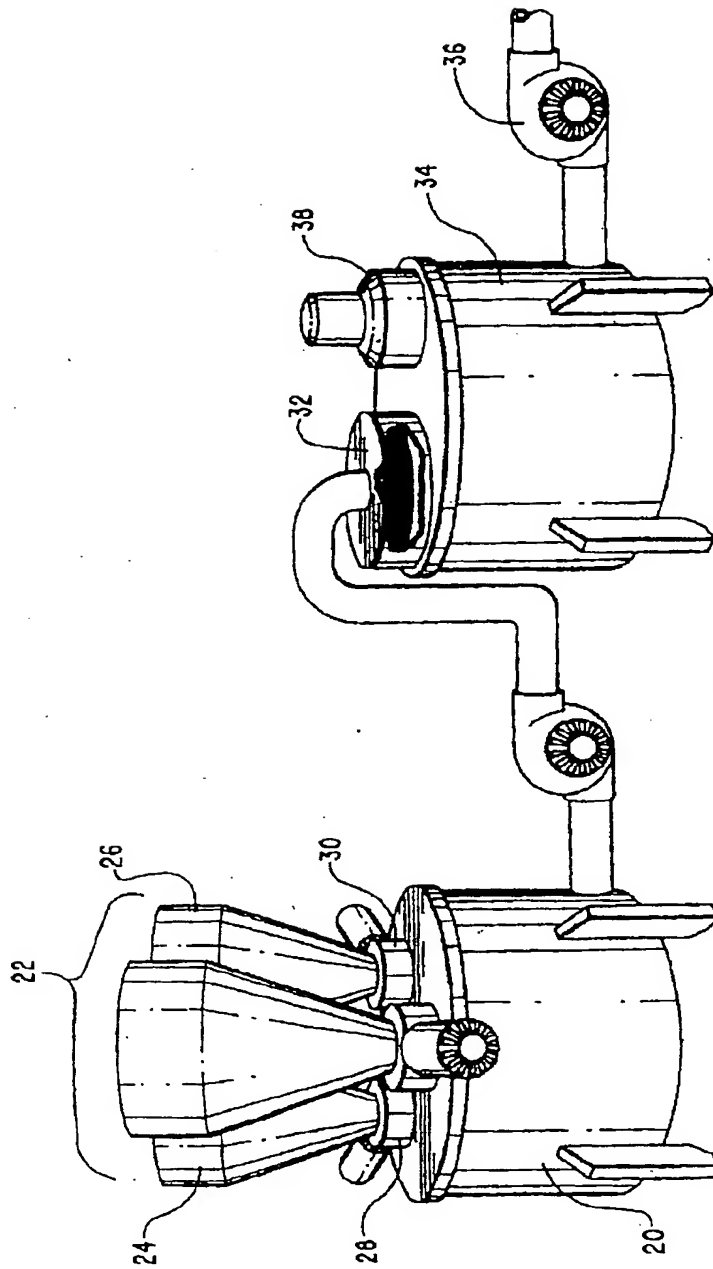
第 2 C 図

【図 3】



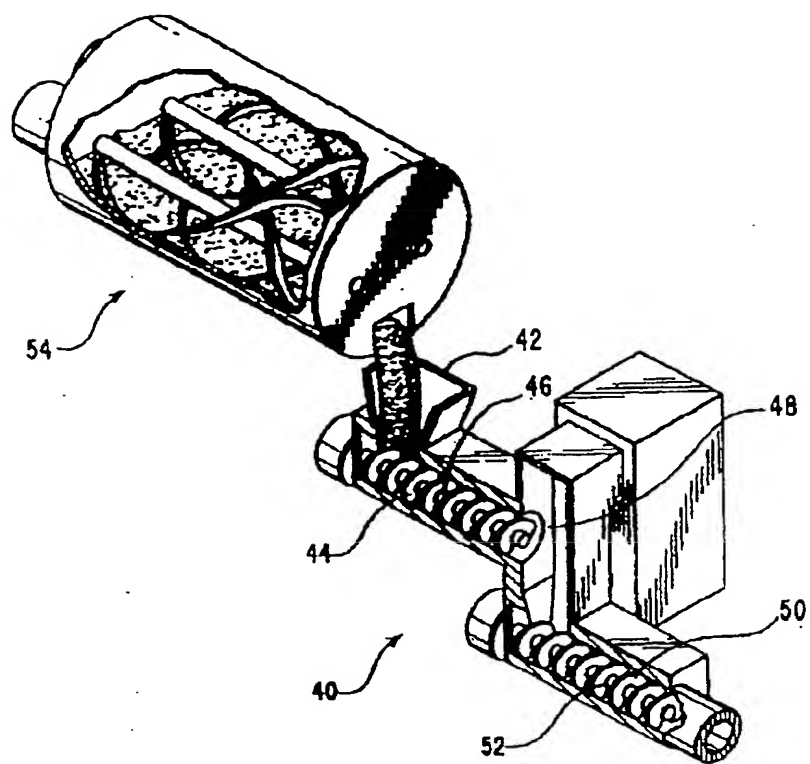
第 3 図

【図4】



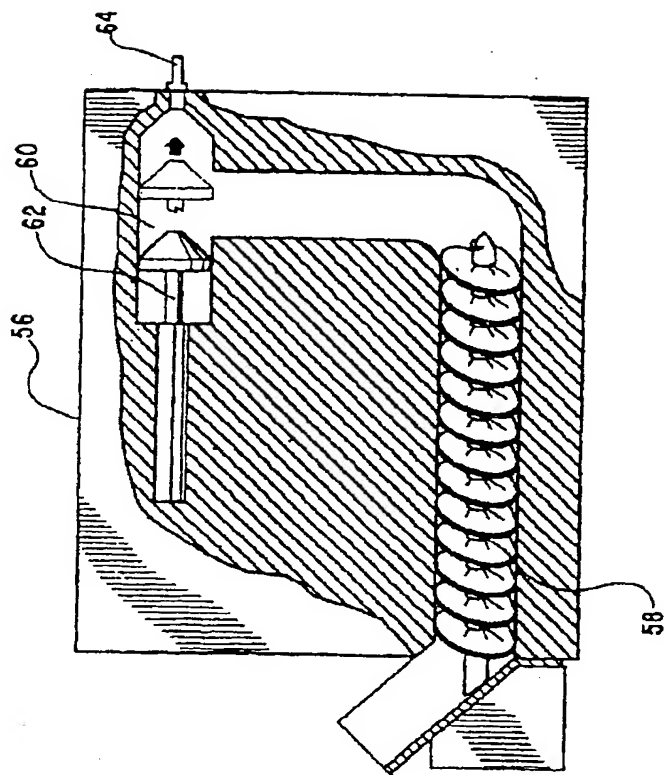
第4図

【図 5】



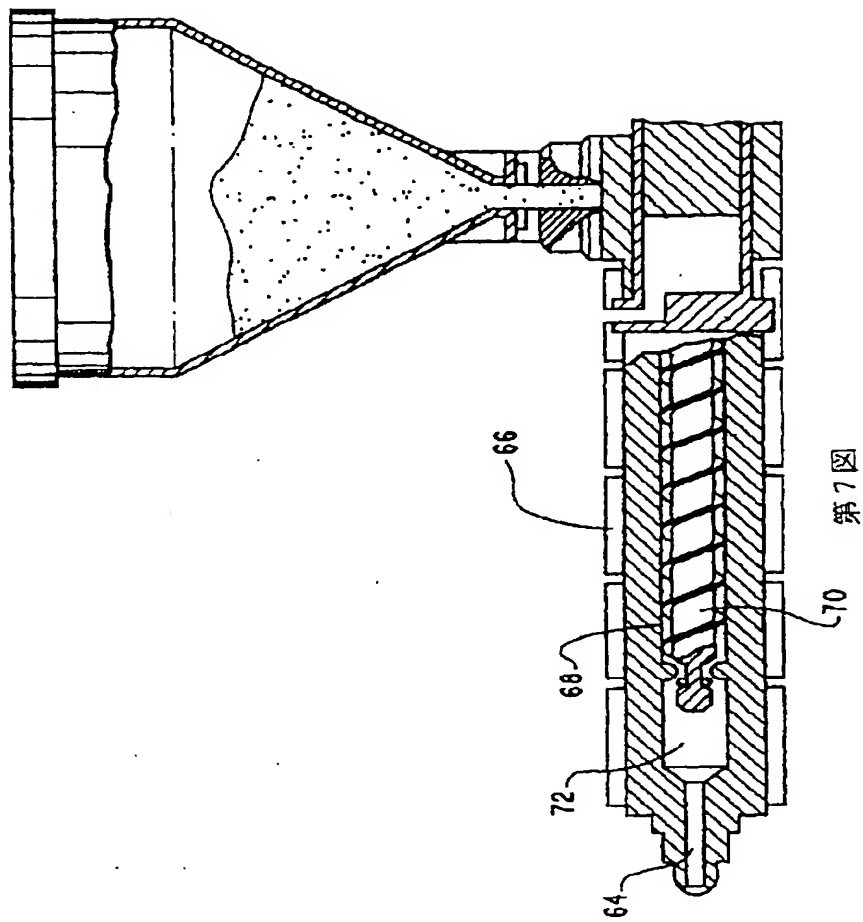
第 5 図

【図 6】

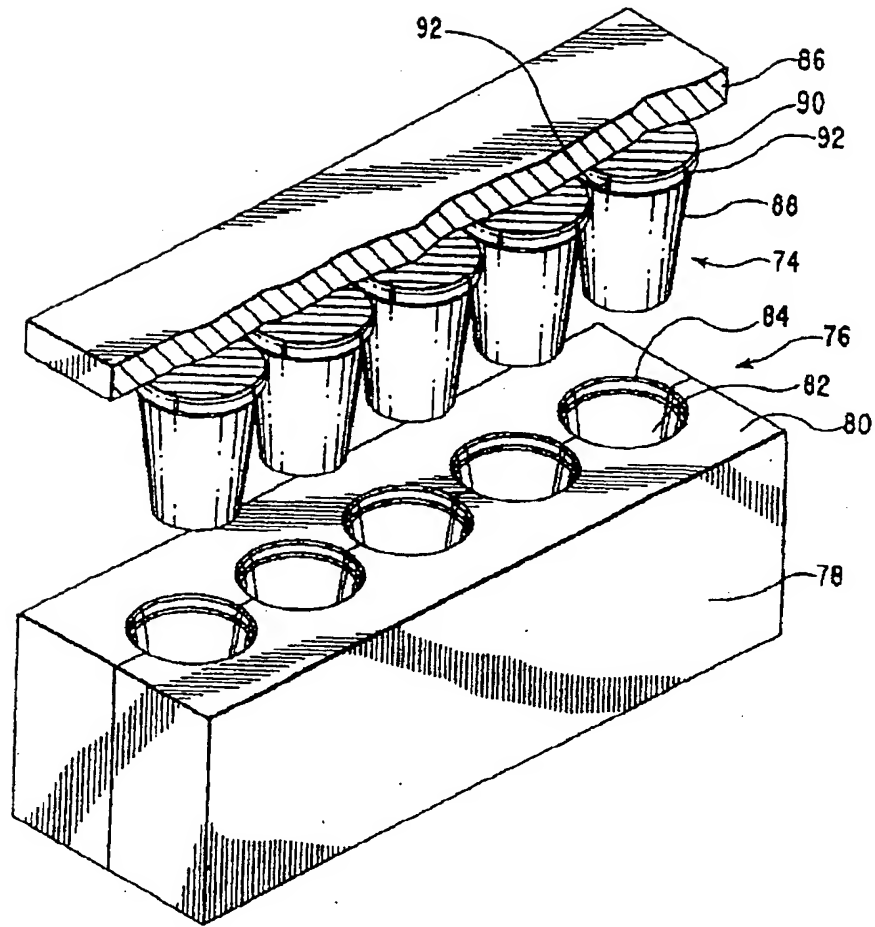


第 6 図

【図7】



【図 8】



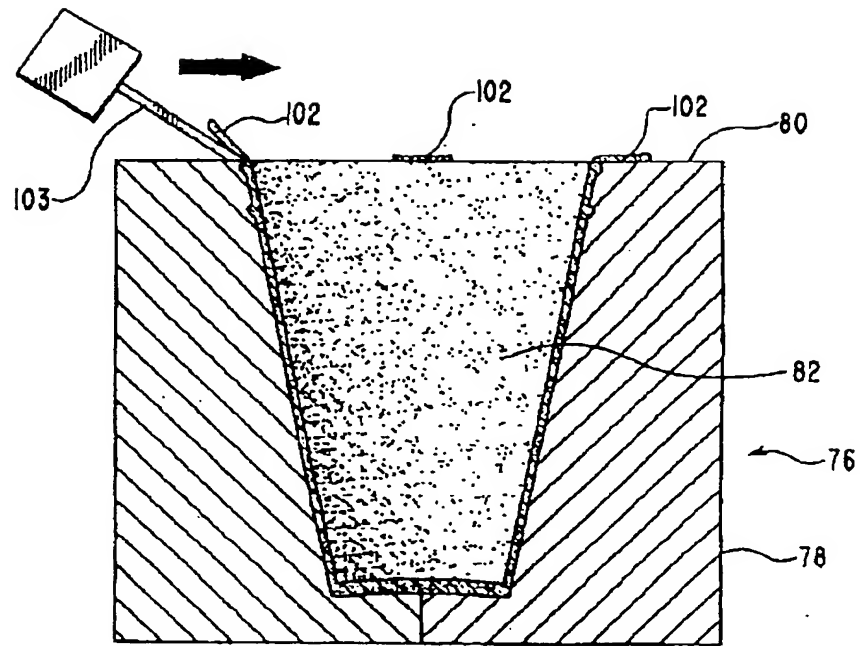
第 8 図

FIG. 1 is a cross-sectional view of a first embodiment of a device. The device includes a substrate 78 with a cavity 76. A tapered member 80 is positioned within the cavity 76. The member 80 has a textured base 82 and a flange 84 at its top. A layer 94 is disposed on the top surface of the substrate 78.

第10図

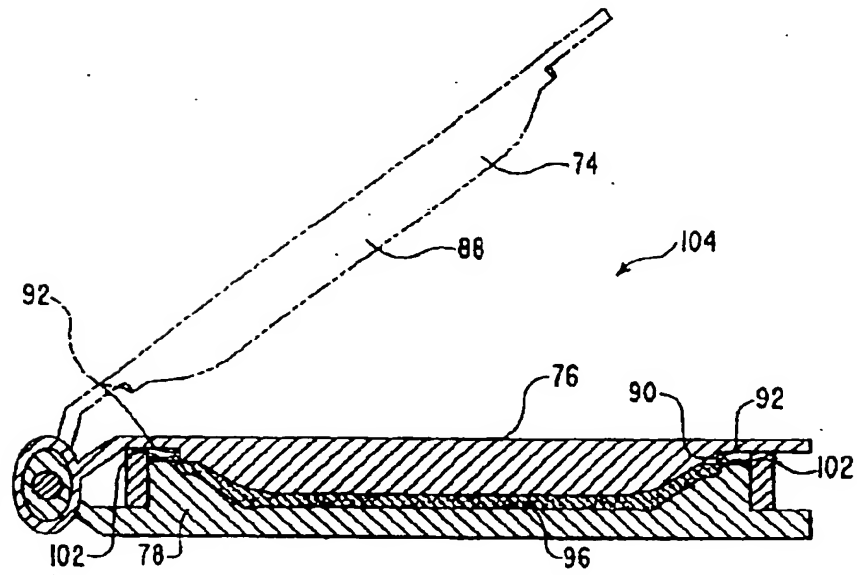
第 1 1 A 図

【図 1 2】



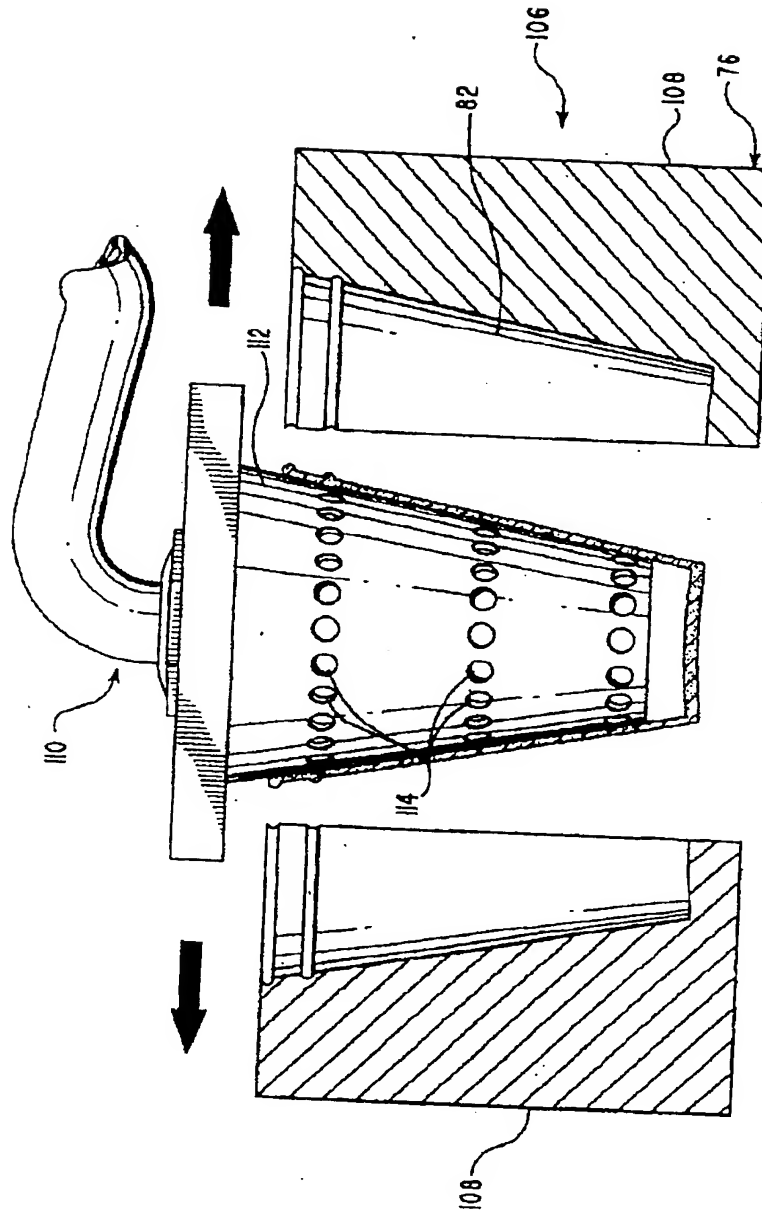
第 1 2 図

【図 1 3】



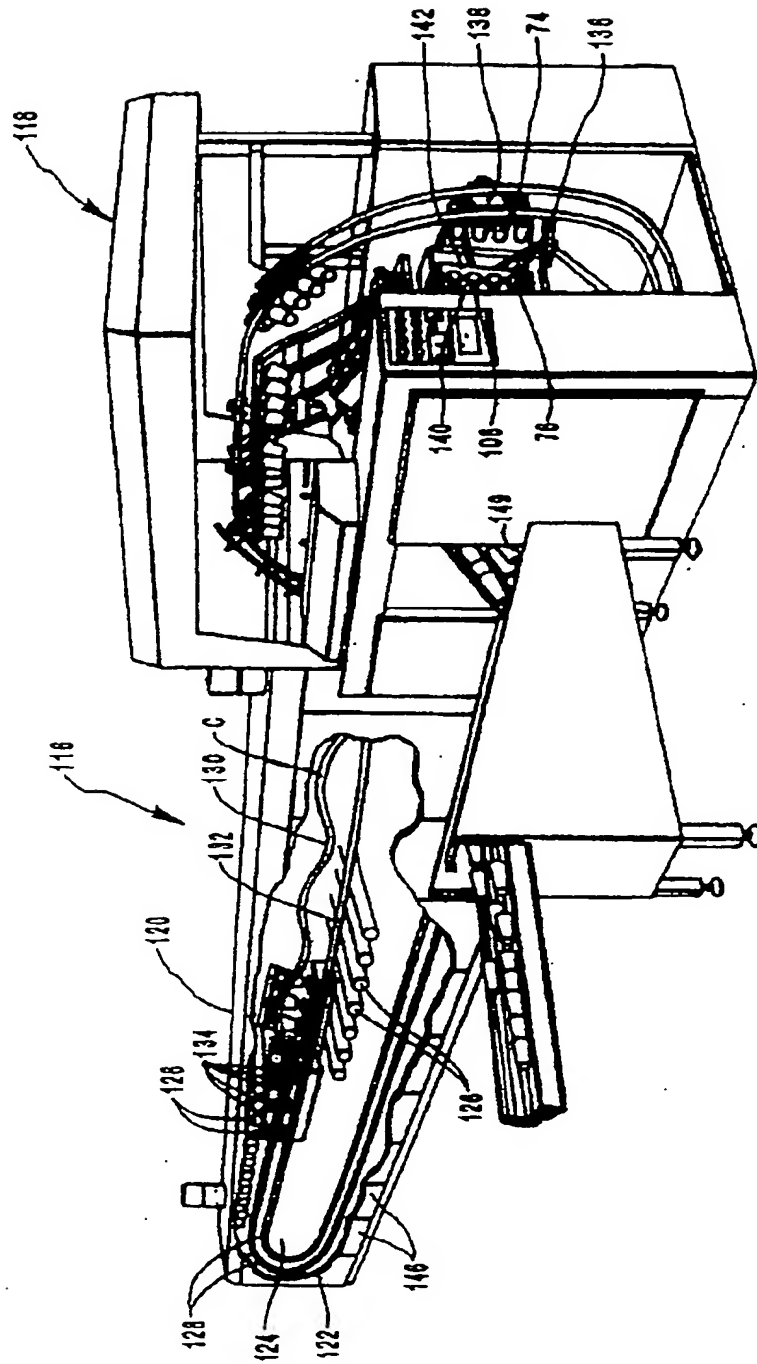
第 1 3 図

【図14】



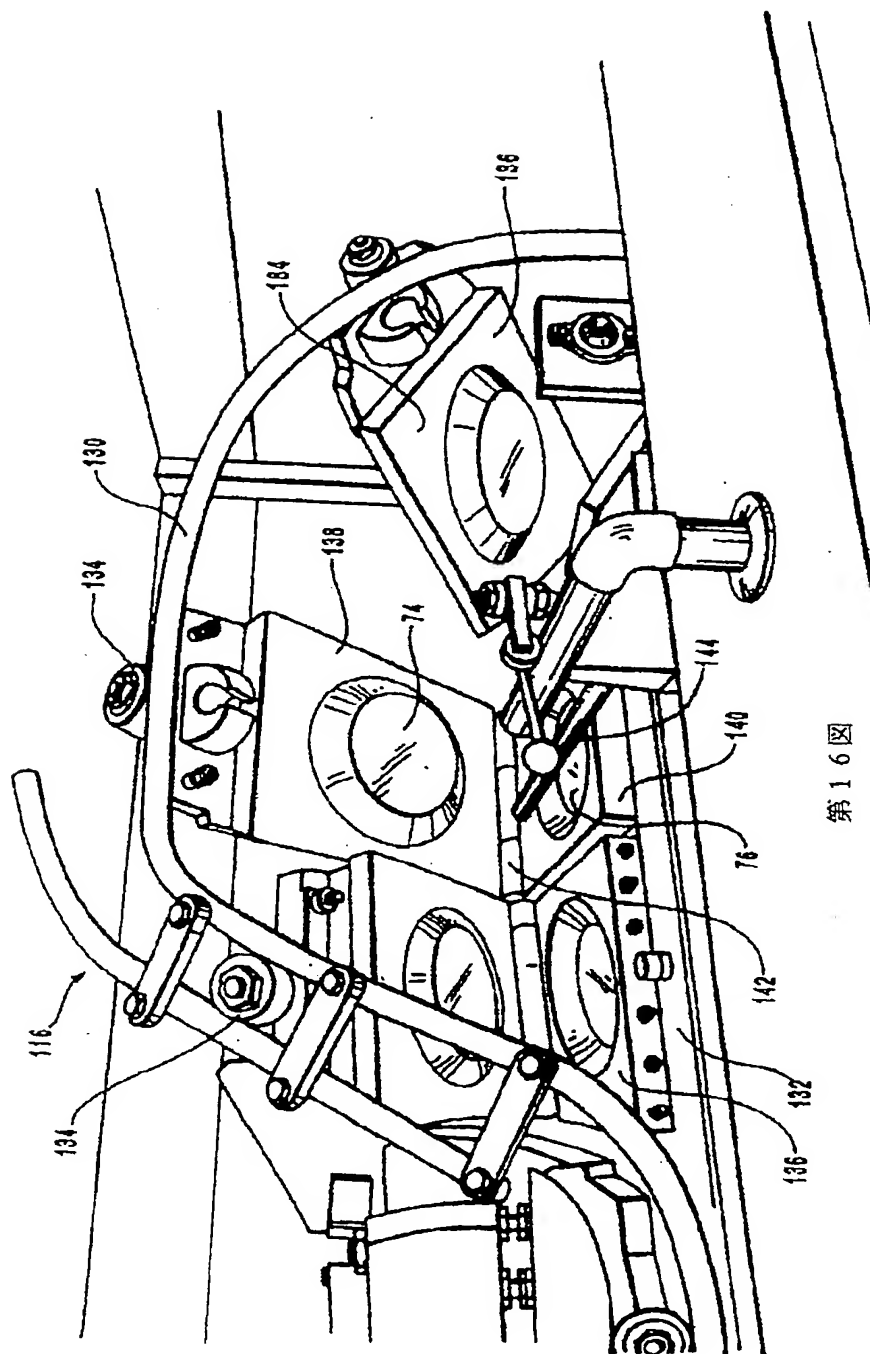
第14図

【図15】



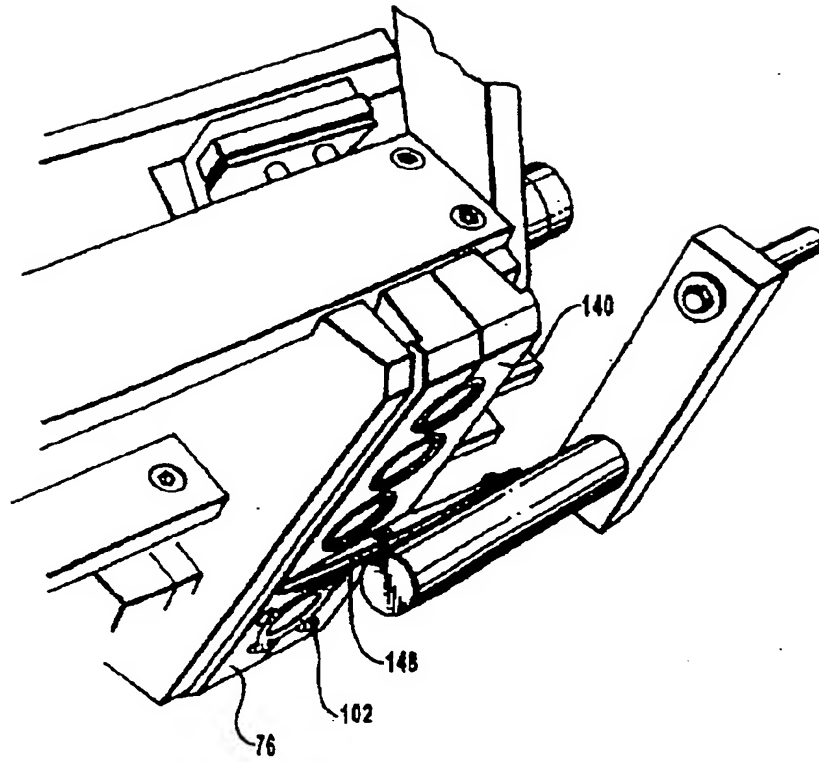
第15図

【図 16】



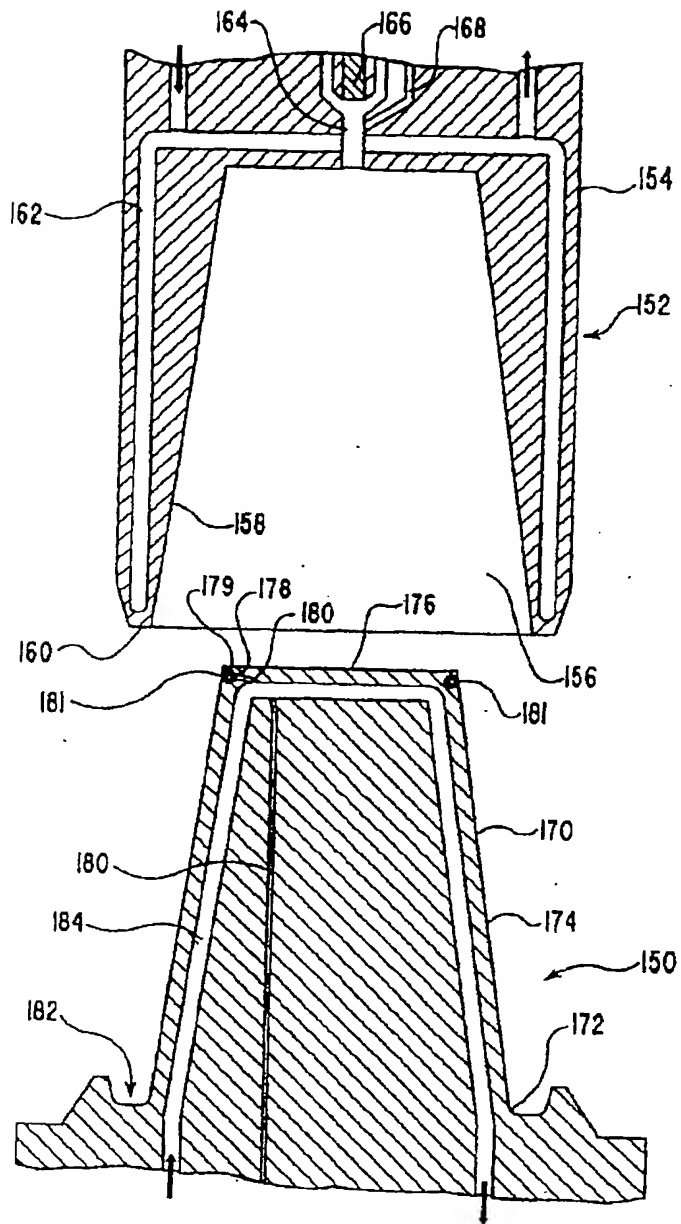
第16図

【図 1 7】



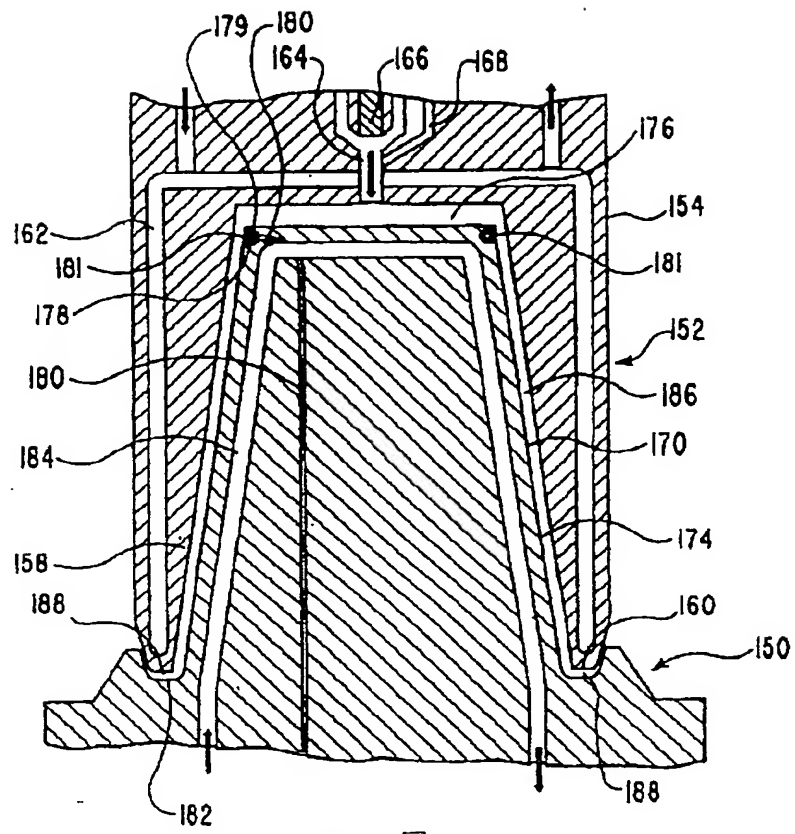
第 1 7 図

【図18】



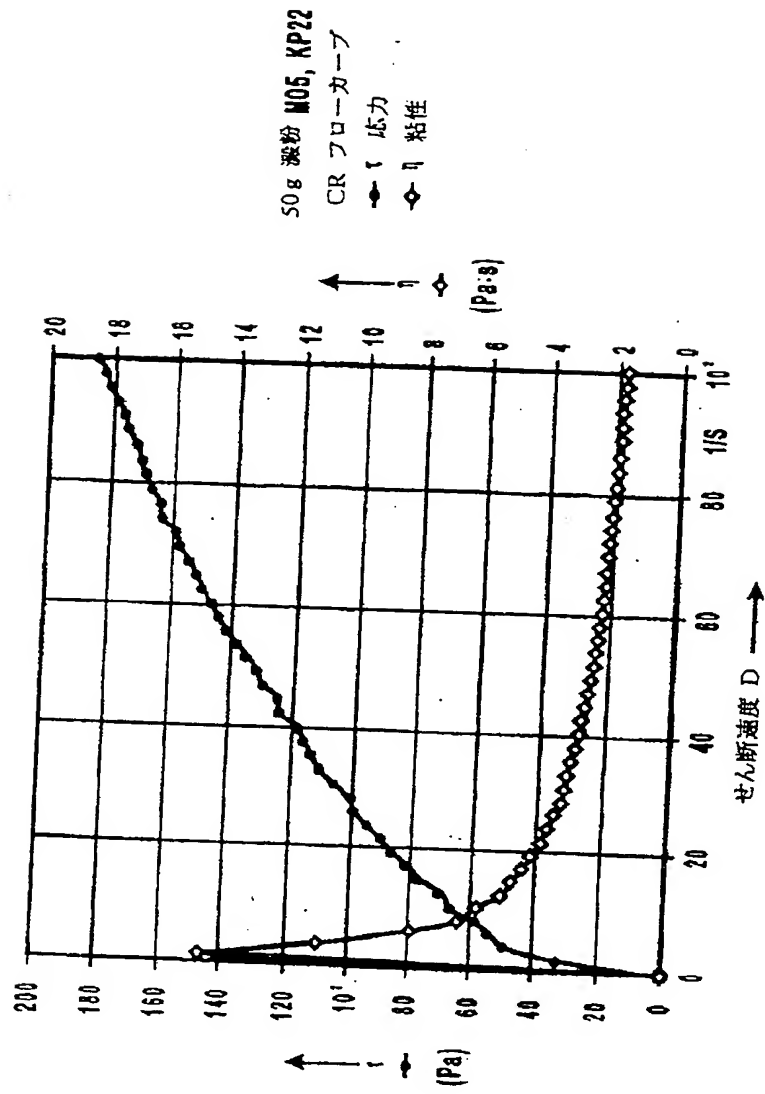
第18図

【図 1 9】



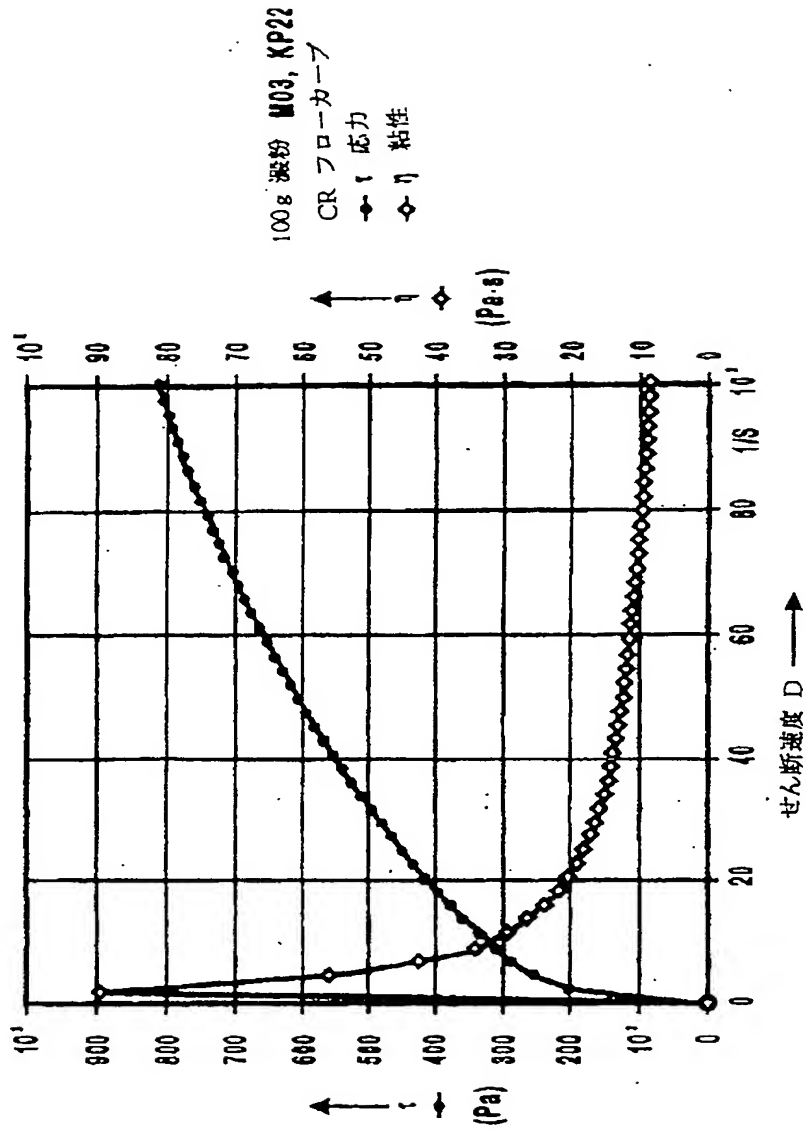
第 1 9 図

【図20】



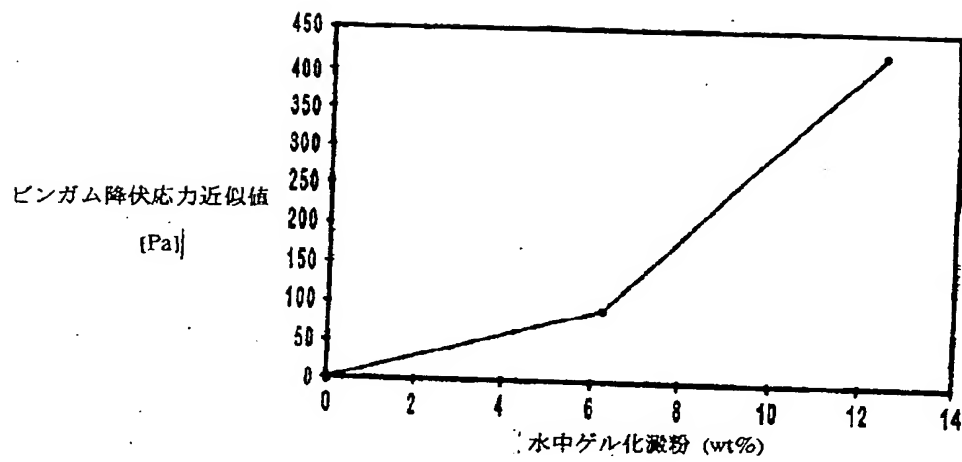
第20図

【図21】



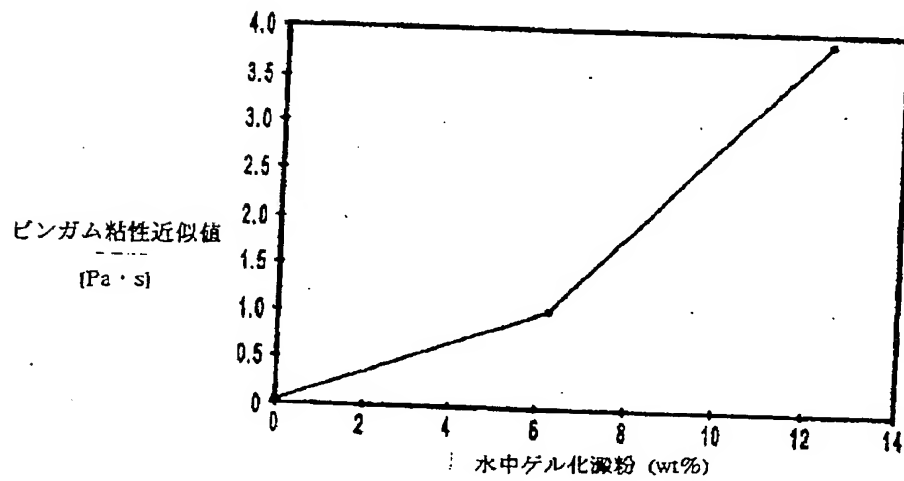
第21図

【図22】



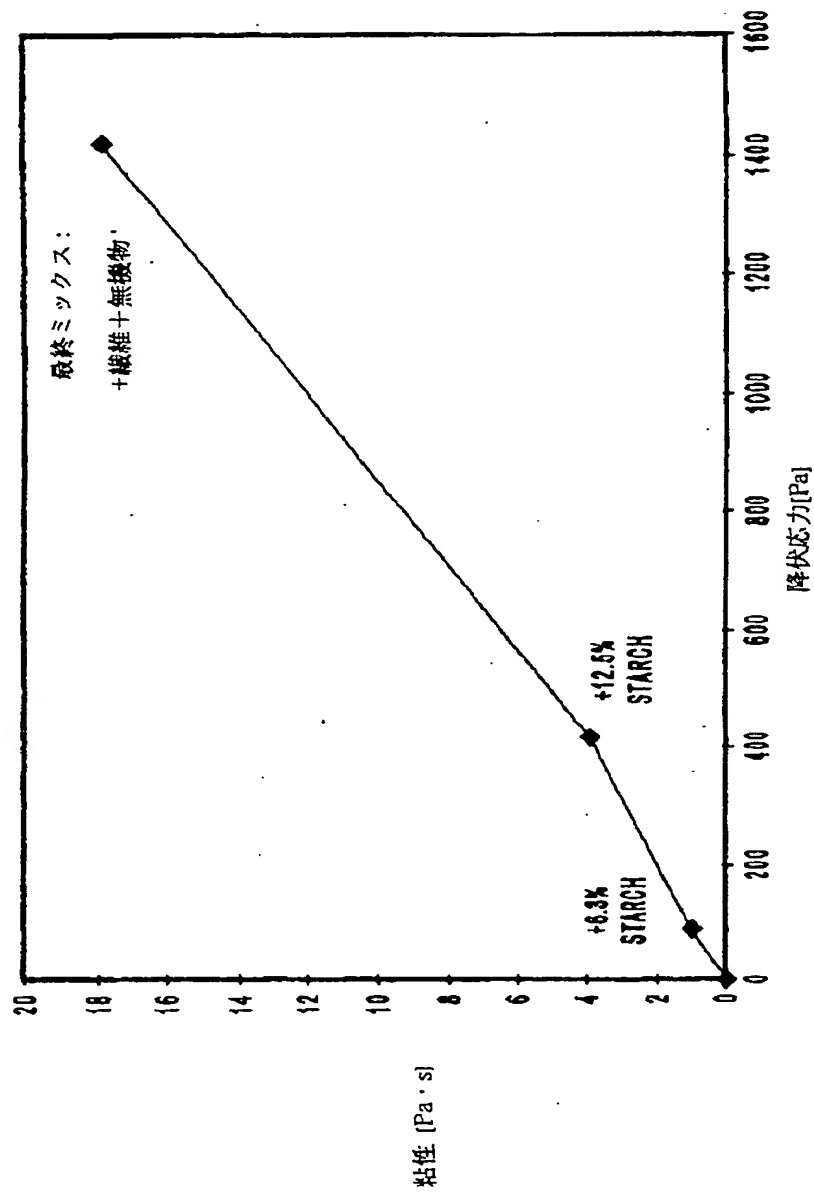
第22図

【図23】



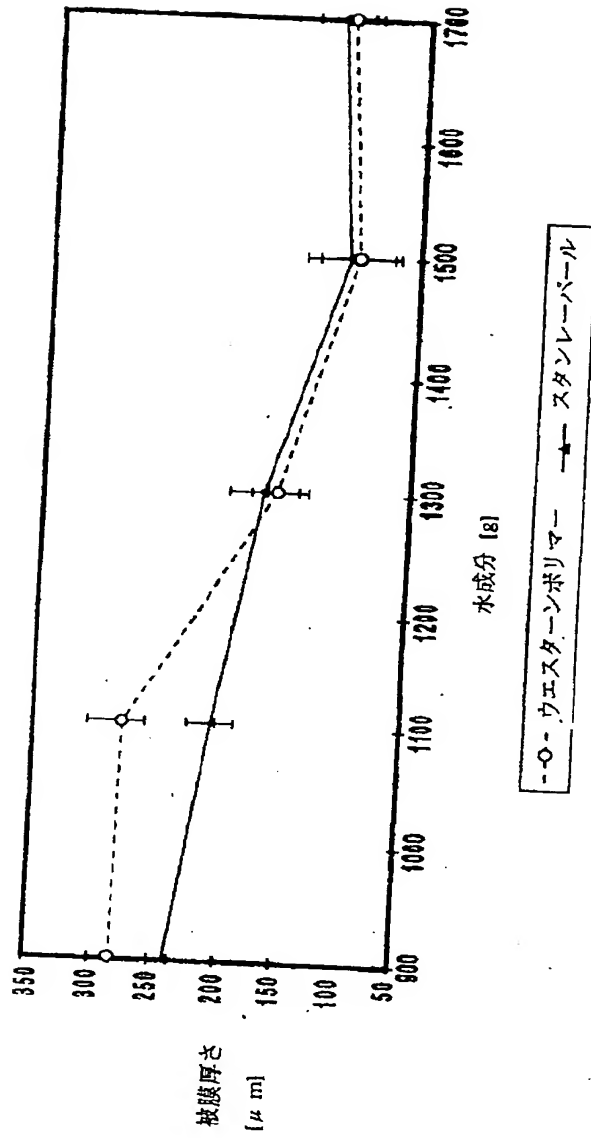
第23図

【図24】



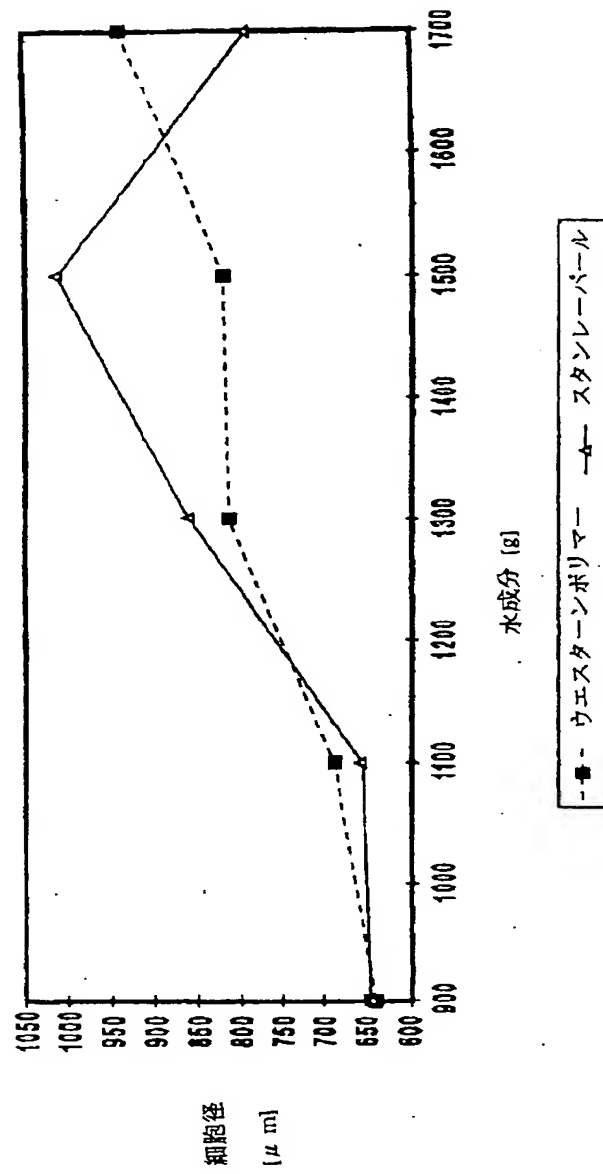
第24図

【図25】



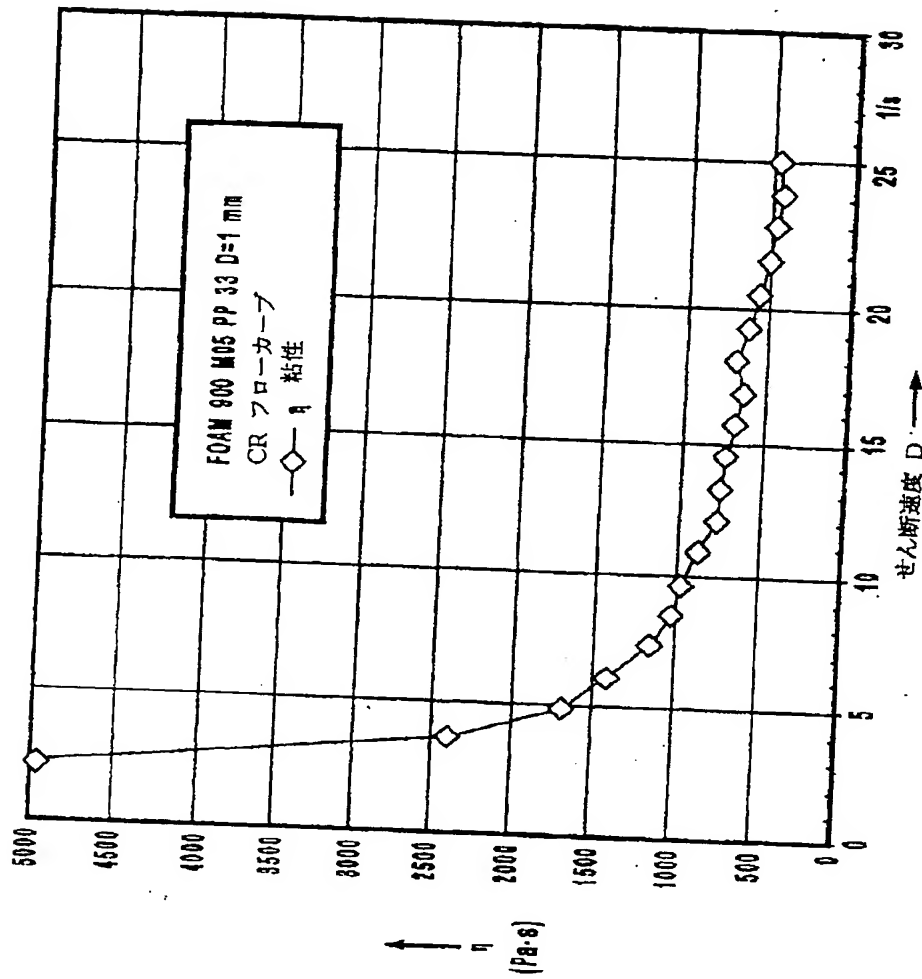
第25図

【図26】



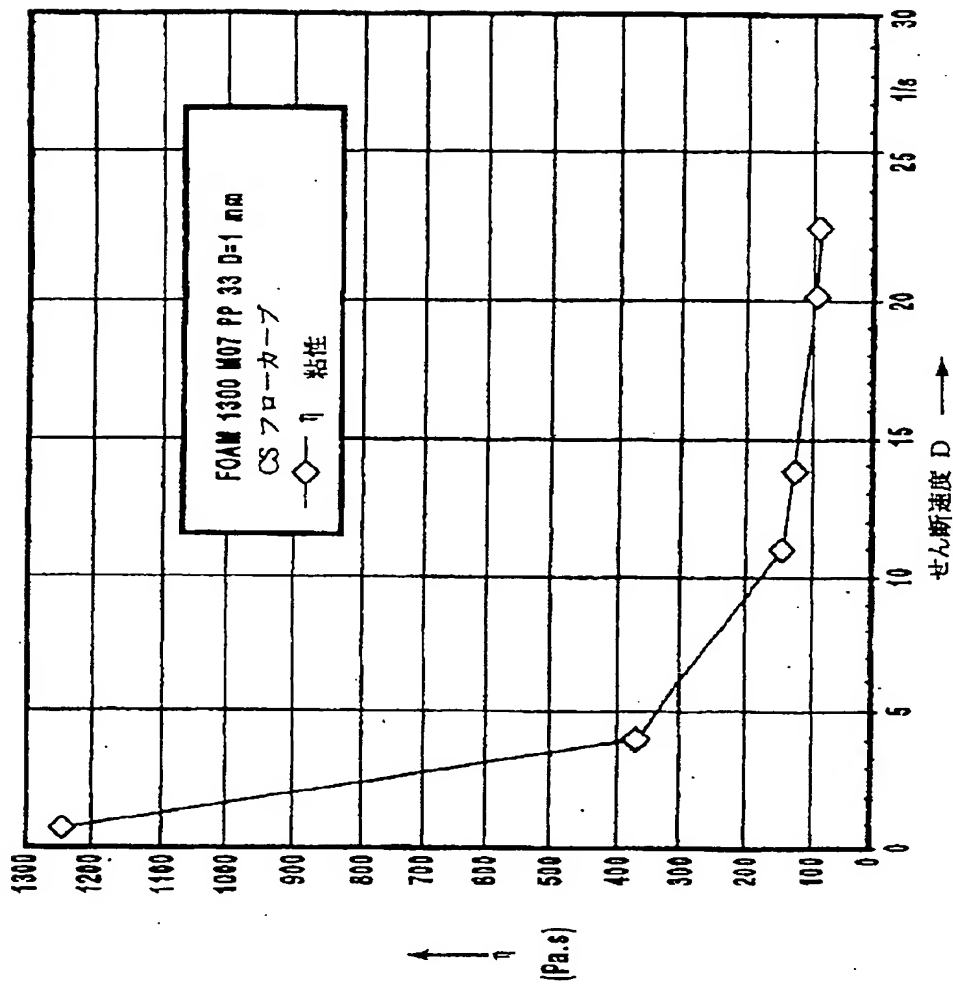
第26図

【図27】



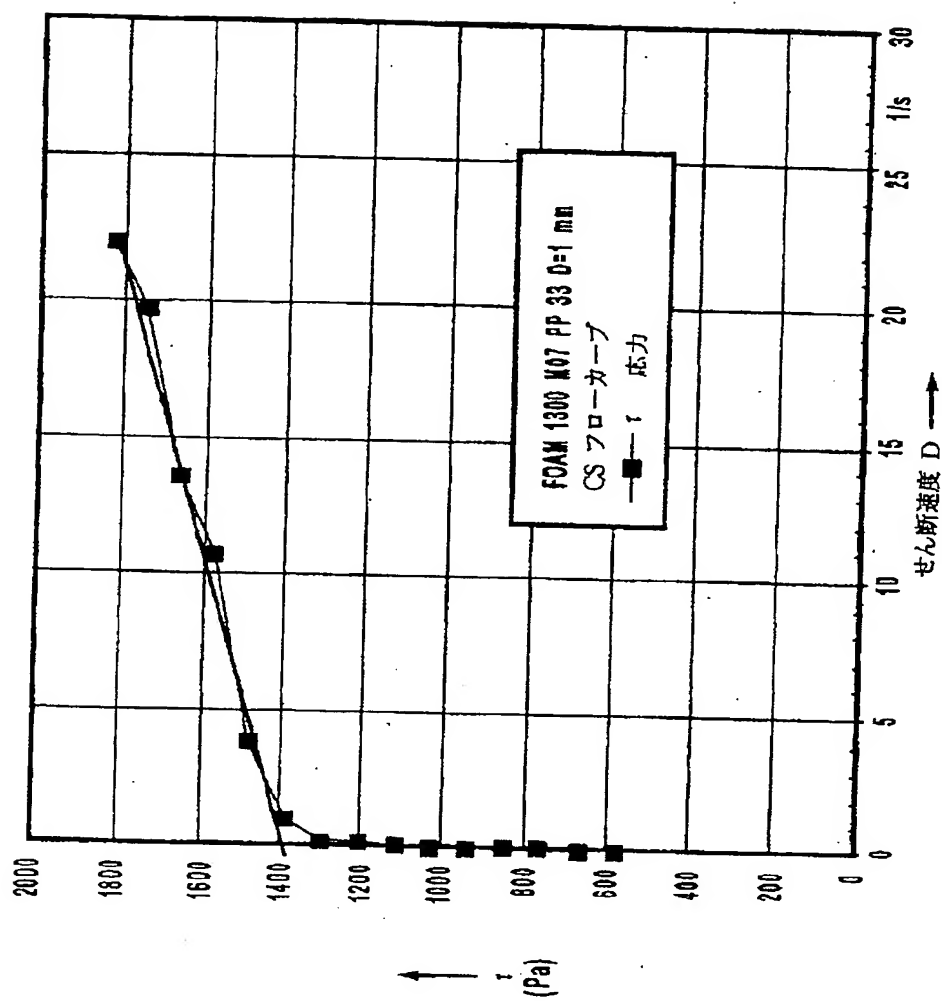
第27図

【図28】



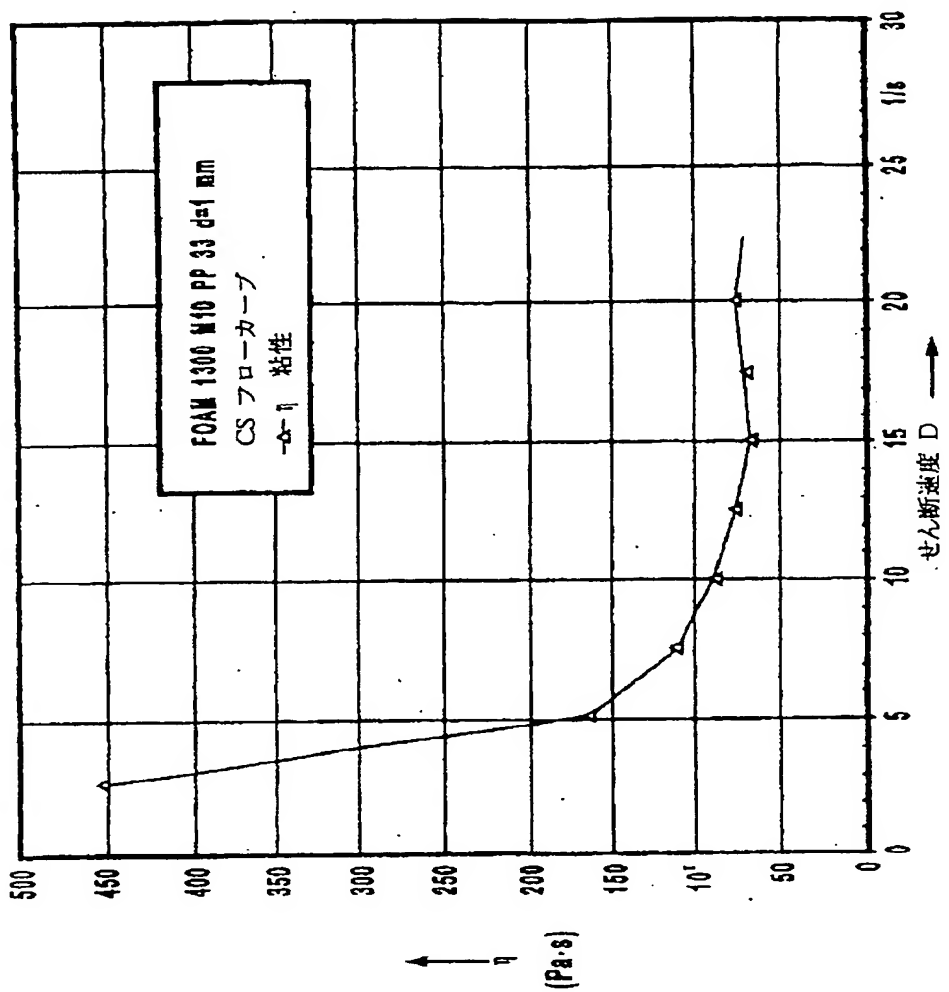
第28図

【図29】



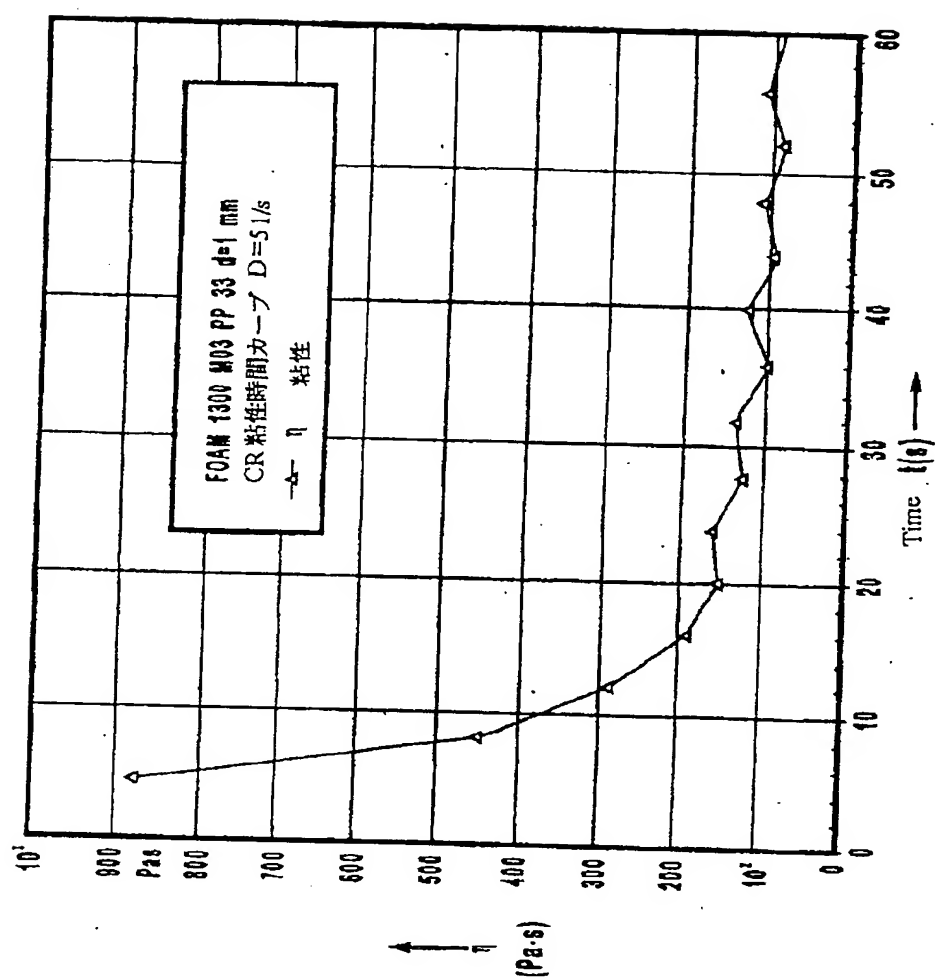
第29図

【図30】



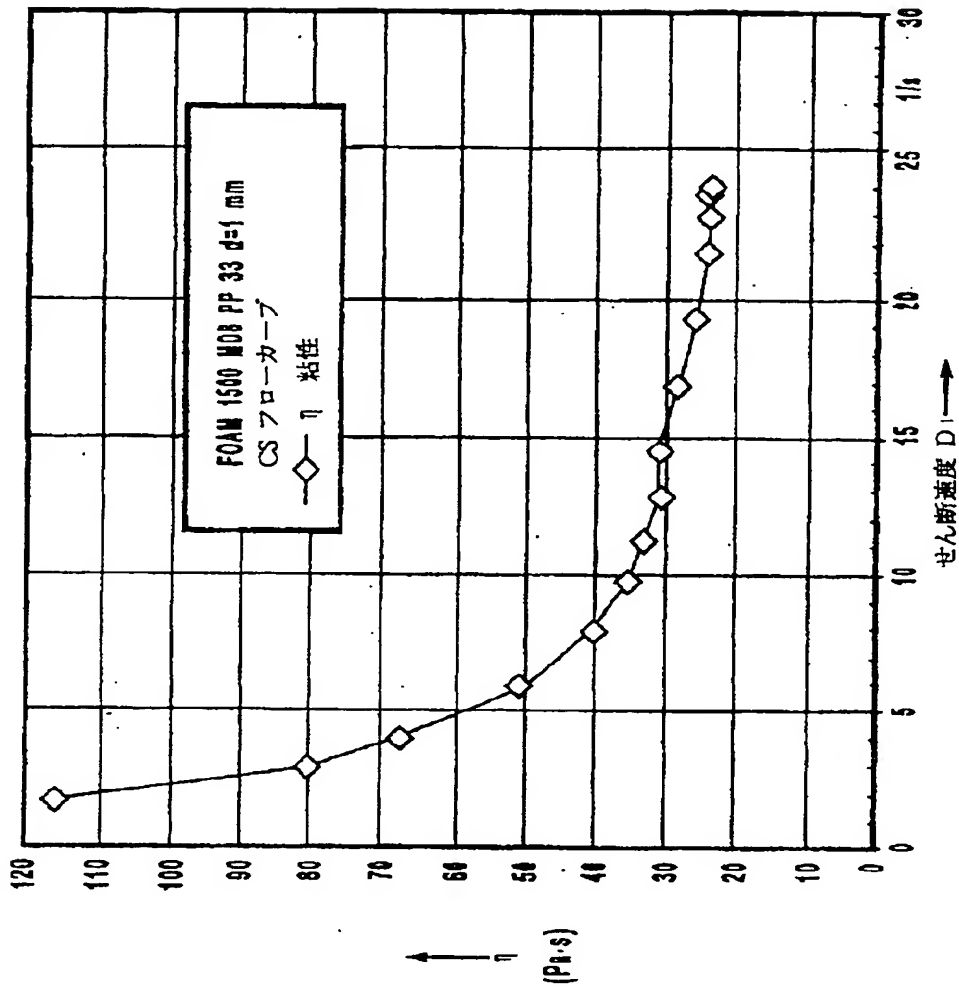
第30図

【図31】



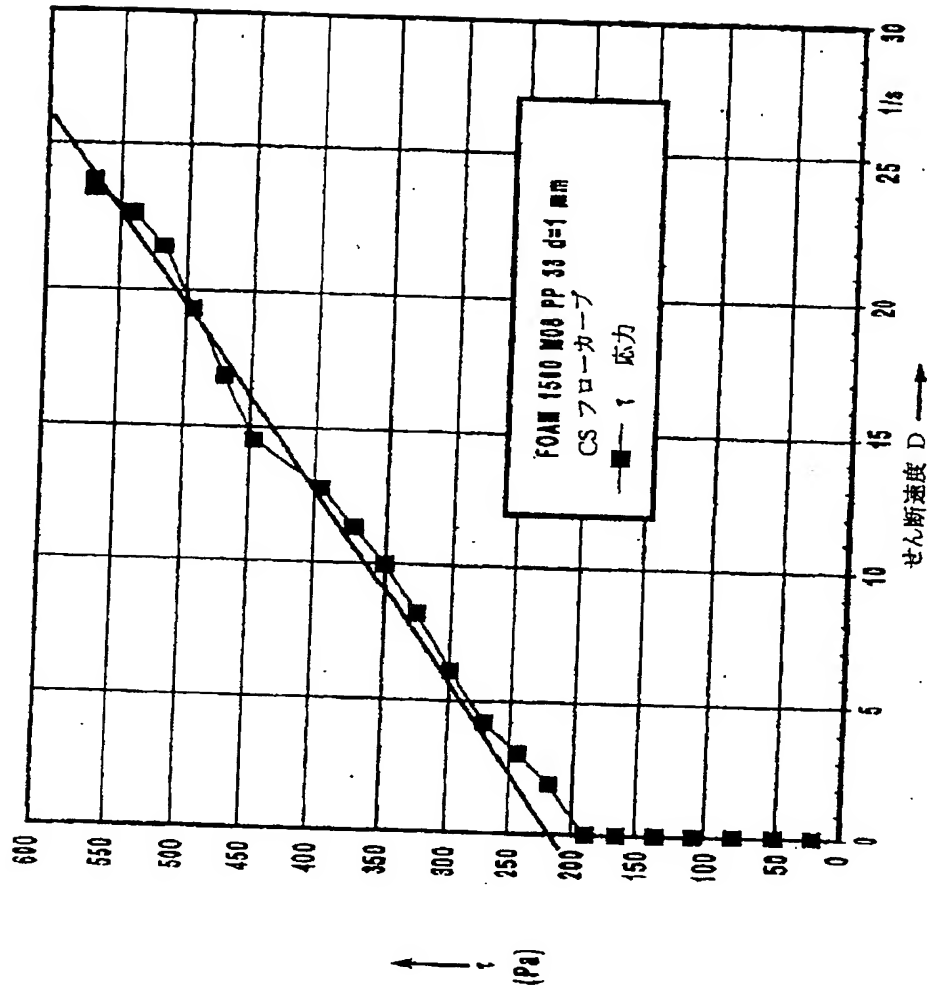
第31図

【図32】



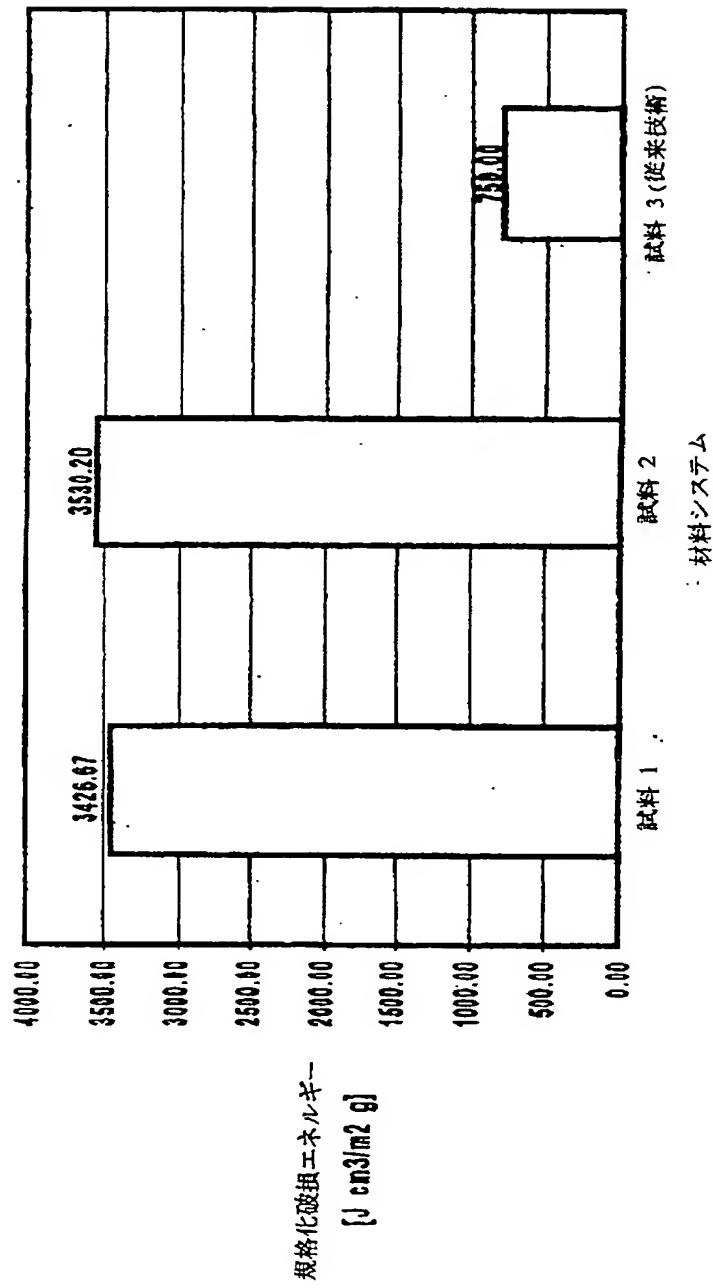
第32図

【図33】



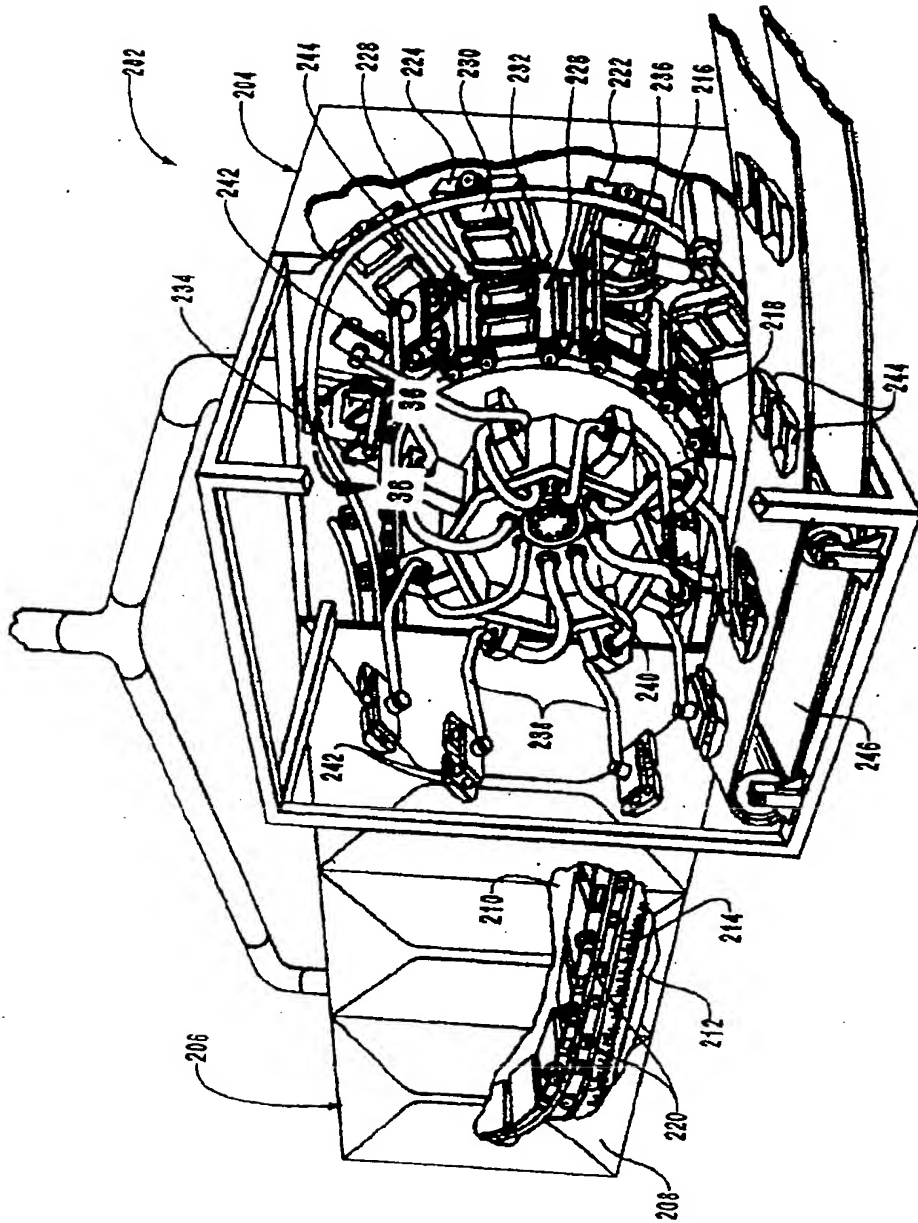
第33図

【図34】



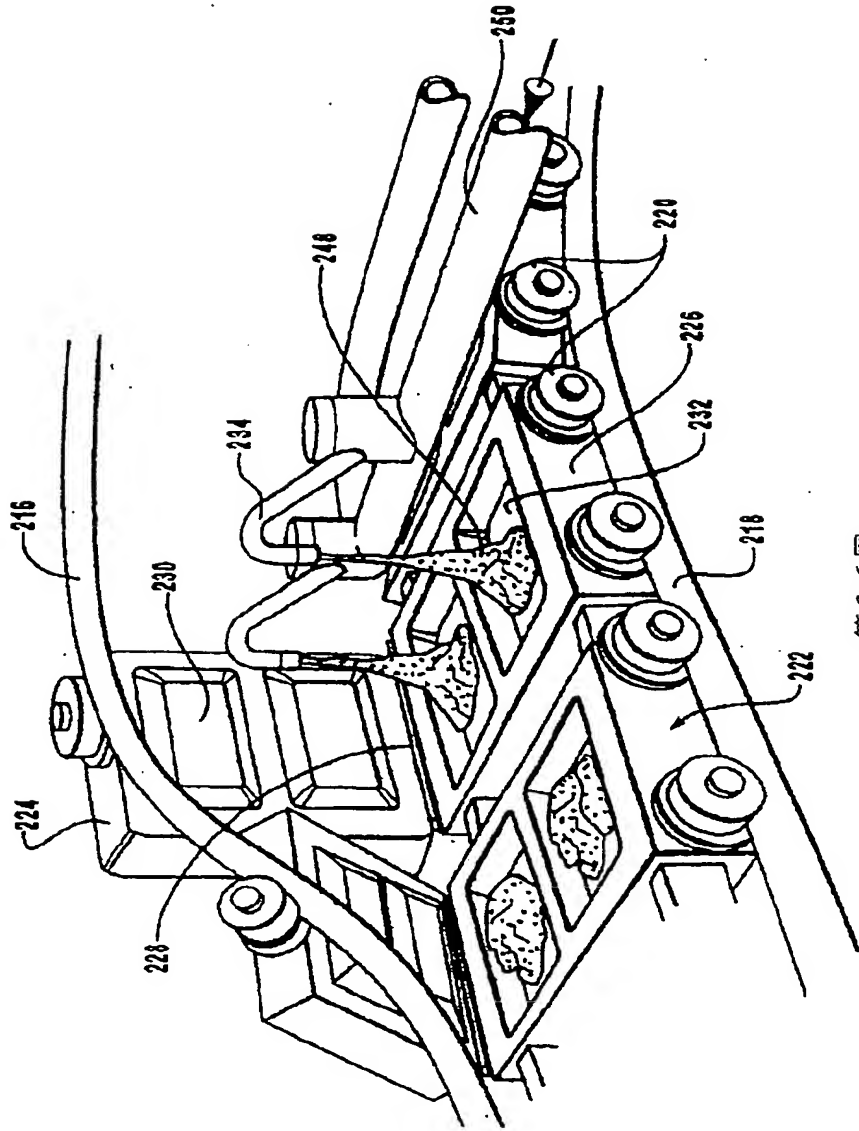
第34図

【図35】



第35図

【图 3 6】



第 3 6 图

【手続補正書】

【提出日】1997年4月24日

【補正内容】

「

請求の範囲

1. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは澱粉系バインダー、無機骨材充填材、及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維の平均アスペクト比は約25:1以上で、無機骨材充填材の濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約20重量%以上で、且つ該澱粉結合した細胞マトリックスの厚さは約1 cm以下であり、また該澱粉結合した細胞マトリックスは水に長期間浸けると劣化することを特徴とする工業製品。
2. 繊維強化し、無機物充填した、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは、ゲル化した澱粉系バインダー、該澱粉結合した細胞マトリックスに対して約20重量%から約80重量%までの範囲の濃度の無機骨材充填材、及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散し、平均長が約2 mmから約25 mmまでの範囲にあり、平均アスペクト比が約25:1以上で、濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対して約2 体積%から約80体積%までの範囲の繊維を含み、且つ該澱粉結合した細胞マトリックスの厚さは約5 mm以下で、また該澱粉結合した細胞マトリックスは水に長期間浸けると劣化することを特徴とする工業製品。
3. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは澱粉系バインダー及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維の平均長は約2 mm以上で、その平均アスペクト比は約25:1以上で、その濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対して約2 重量%から約80重量%までの範囲にあり、且つ該澱粉結合した細胞マトリックスの厚さは約1 cm以下で、また該澱粉結合した細胞マトリックスは水に長期間浸けると劣化することを特徴とする工業製品。
4. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは澱粉系バインダー及び該澱粉結合した細胞マトリ

リックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維の平均長は約2mm

以上で、その平均アスペクト比は約25:1以上で、その濃度は細胞マトリックスに対して約2重量%から約80重量%までの範囲にあり、且つ該細胞マトリックスは外部被膜部及び内部発泡部を有し、該内部発泡部の密度は該外部被膜部の密度に比べ著しく低いことを特徴とする工業製品。

5. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは約5重量%以下の合成プラスチックを含むことを特徴とする工業製品。

6. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの曲げ強度は約1MPa以上であることを特徴とする工業製品。

7. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの引っ張り強度は約0.75MPa以上であることを特徴とする工業製品。

8. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの破損エネルギーは約300J/m²以上であることを特徴とする工業製品。

9. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した曲げ強度は約0.5MPa/(g/cm³)から約60MPa/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

10. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した曲げ強度は約1MPa/(g/cm³)から約40MPa/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

11. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した引っ張り強度は約0.5MPa/(g/cm³)から約30MPa/(g/cm³)までの範囲で

あることを特徴とする工業製品。

12. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した引っ張り強度は約 $0.75\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ から約 $20\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。
13. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した破損エネルギーは約 $1000(\text{J}/\text{m}^2)/(\text{g}/\text{cm}^3)$ から約 $10,000(\text{J}/\text{m}^2)/(\text{g}/\text{cm}^3)$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。
14. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した破損エネルギーは約 $2000(\text{J}/\text{m}^2)/(\text{g}/\text{cm}^3)$ から約 $7500(\text{J}/\text{m}^2)/(\text{g}/\text{cm}^3)$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。
15. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した曲げ強度は約 $5\text{MPa}/(\text{澱粉系バインダー成分重量比})$ から約 $100\text{MPa}/(\text{澱粉系バインダー成分重量比})$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。
16. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した曲げ強度は約 $10\text{MPa}/(\text{澱粉系バインダー成分重量比})$ から約 $75\text{MPa}/(\text{澱粉系バインダー成分重量比})$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。
17. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した引っ張り強度は約 $3\text{MPa}/(\text{澱粉系バインダー成分重量比})$ から約 $50\text{MPa}/(\text{澱粉系バインダー成分重量比})$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

18. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した引っ張り強度は約4MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)から約30MPa/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

19. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した破損エネルギーは約2000(J/m²)/(澱粉系バインダー成分重量比)から約30,000(J/m²)/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

20. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した破損エネルギーは約3000(J/m²)/(澱粉系バインダー成分重量比)から約15,000(J/m²)/(澱粉系バインダー成分重量比)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

21. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品の破損前歪みは約1%から約15%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

22. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品の破損前歪みは約1%から約5%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

23. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの密度は約0.05g/cm³から約1g/cm³までの範囲であることを特徴とする工業製品。

24. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの密度は約0.15g/cm³から約0.25g/cm³までの範囲であることを特徴とする工業製品。

25. 請求項1、2、又は3項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックス

スを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは、外部被膜部及び内部発泡部を有し、該内部発泡部の密度は該外部被膜部の密度に比べ著しく低いことを特徴とする工業製品。

26. 請求項4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工

業製品であって、該外部被膜層はピンホールをほとんど含まないことを特徴とする工業製品。

27. 請求項25項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層はピンホールをほとんど含まないことを特徴とする工業製品。

28. 請求項25項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層内の湿気を通すのに十分な大きさのピンホールの断面積は外部被膜層断面積の約15%以下であることを特徴とする工業製品。

29. 請求項25項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層内の湿気を通すのに十分な大きさのピンホールの断面積は外部被膜層断面積の約5%以下であることを特徴とする工業製品。

30. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、成型工程中にゲル化した非化工澱粉を含むことを特徴とする工業製品。

31. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、成型工程中にゲル化したジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする工業製品。

32. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、成型工程中にゲル化した蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする工業製品。

33. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする工業製品。

34. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする工業製品。

35. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは化工澱粉を含むことを特徴とする工業製品。

36. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、エステル化、エーテル化、酸化、酸性加水分解、架橋、及び酵素変換からなるグループから選択された一工程により化工された澱粉を含むことを特徴とする工業製品。

37. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約10重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

38. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

39. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は天然有機繊維を含むことを特徴とする工業製品。

40. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維はセルロース繊維を含むことを特徴とする工業製品。

41. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は、堅木、軟木、再生紙繊維、アサ、綿、サイザルアサ、マニラアサ、及びバガスからなるグループから選択された少なくとも一つの繊維源から誘導されたものであることを特徴とする工業製品。

42. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は無機繊維を含むことを特徴とする工業製品。
43. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は、ガラス、グラファイト、シリカ、セラミック、及び金属からなるグループから選択された一つの材料から誘導されたものであることを特徴とする工業製品。
44. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約4重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。
45. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約5重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。
46. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約100:1であることを特徴とする工業製品。
47. 請求項1項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は約0.3mmから2mmまでの範囲であることを特徴とする工業製品。
48. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする工業製品。
49. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする工業製品。
50. 請求項3項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、さらに無機骨材充填材を含むことを特徴とする工業製品。
51. 請求項4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工

業製品であって、さらに無機骨材充填材を含むことを特徴とする工業製品。

52. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は炭酸カルシウムを含むことを特徴とする工業製品。

53. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は、砂、砂利、岩、石灰岩、砂岩、ガラスビーズ、マイカ、粘土、カオリン、合成粘土、アルミナ、シリカ、フライアッシュ、融解石英、薄層アルミナ、ミクロスフェア、二水和硫酸カルシウム、アルミ酸カルシウム、水和水硬セメント粒子、及び未水和水硬セメント粒子からなるグループから選択されることを特徴とする工業製品。

54. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は、パーライト、蛭石、中空ガラス球、エーロゲル、キセロゲル、多孔セラミック球、ゾノトラ石、軽量膨張粘土、軽石、及び剥離された岩からなるグループから選択されることを特徴とする工業製品。

55. 請求項50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約20重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

56. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

57. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

58. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリッ

クスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.1\text{m}^2/\text{g}$ から約 $400\text{m}^2/\text{g}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

59. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.15\text{m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{m}^2/\text{g}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

60. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.5から約0.9までの範囲であることを特徴とする工業製品。

61. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.6から約0.8までの範囲であることを特徴とする工業製品。

62. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスはさらに湿潤剤を含むことを特徴とする工業製品。

63. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、さらに該製品の表面にコーティングを有することを特徴とする工業製品。

64. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングは該製品をより耐水性にすることを特徴とする工業製品。

65. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングは該製品をより耐油性にすることを特徴とする工業製品。

66. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはワックスを含むことを特徴とする工業製品。

67. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはポリエチレンを含むことを特徴とする工業製品。

68. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはポリ乳酸を含むことを特徴とする工業製品。

69. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはセラックを含むことを特徴とする工業製品。

70. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはエチルセルロースを含むことを特徴とする

工業製品。

71. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはポリビニールアルコールを含むことを特徴とする工業製品。

72. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはステアリン酸マグネシウムを含むことを特徴とする工業製品。

73. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスはさらに統合シーリング材料を含むことを特徴とする工業製品。

74. 請求項73項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該統合シーリング材料はポリビニールアルコールを含むことを特徴とする工業製品。

75. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は食料用又は飲料用容器を含むことを特徴とする工業製品。

76. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は水密性容器を含むことを特徴とする工業製品。

77. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は貝殻容器の形状を有することを特徴とする工業製品。

78. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品はカートの形状を有することを特徴とする工業製品。
79. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は箱の形状を有することを特徴とする工業製品。
80. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品はコップの形状を有することを特徴とする工業製品。
81. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は皿の形状を有することを特徴とする工業製品。
82. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は碗の形状を有することを特徴とする工業製品。
83. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は盆の形状を有することを特徴とする工業製品。
84. 澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合物は、ゲル化していない澱粉粒、水、濃化剤、及び繊維を含み、該繊維の平均長は約2mm以上、そのアスペクト比は約25:1以上で、該水及び該濃化剤は降伏応力を有する流体成分を含むため該繊維は該澱粉系混合物中で実質的に均一に分散し、且つ該混合物は、該澱粉粒のゲル化及びそれに引き続き行われる該澱粉系混合物からの少なくとも部分的水分の蒸発除去工程により該澱粉結合した細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。
85. 澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合物は、ゲル化していない澱粉粒、水、濃化剤、無機充填材、及び繊維を含み、該無機充填材の濃度は該澱粉系混合物に対し約20

重量%から約80重量%までの範囲で、該繊維の平均アスペクト比は少なくとも約25:1以上、その濃度は該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%までの範囲で、該水及び該濃化剤は降伏応力を有する流体成分を含むため該繊維は該澱粉系混合物中で実質的に均一に分散し、且つ該混合物は、該澱粉粒のゲル化及びそれに引き続き行われる該澱粉系混合物からの少なくとも部分的水分の蒸発除去工程により該澱粉結合した細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

86. 澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合物は、流体成分及びその中に分散された固体成分を含み、該流体成分は水、離型剤、及び該流体成分の降伏応力が約100Paから約500Paの範囲になるような濃度を有するゲル化した澱粉系バインダーを含み、該固体成分はゲル化していない澱粉粒、濃度が該澱粉系混合に物対して約5重量%から約50重量%までの範囲にある無機充填材、及び平均アスペクト比が少なくとも約25:1、平均長が少なくとも約2mm、濃度が該澱粉系混合物に対して約1重量%から約40重量%までの範囲にある繊維を含み、該ゲル化した澱粉系バインダー及び該ゲル化していない澱粉粒の全濃度は該澱粉系混合物に対して約10重量%から約80重量%までの範囲にあり、該流体成分は、該繊維が該澱粉系混合物中を実質的に均一に分散するような降伏応力を持ち、且つ該混合物は、該ゲル化していない澱粉系粒のゲル化及びそれに引き続き行われる該澱粉系混合物からの少なくとも部分的水分の蒸発除去工程により該澱粉結合した細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

87. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約30重量%以上であることを特徴とする混合物。

88. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約50重量%以上であることを特徴とする混合物。

89. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の降伏応力は約10Paから約5000Paの範囲であることを特徴とする混合物。

90. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の降伏応力が約100Paから約500Paの範囲であることを特徴とする混合物。
91. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $1000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。
92. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $30\text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $200\text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。
93. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合の降伏応力が約250Paから約4000Paの範囲であることを特徴とする混合物。
94. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉混合の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $50\text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $2000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。
95. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒はジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする混合物。
96. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒は蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする混合物。
97. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒の濃度は該澱粉系混合物に対して約5重量%から約50重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。
98. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒の濃度は該澱粉系混合物に対して約10重量%から約40重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。
99. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対して約10重量%から約80重量%

までの範囲にあることを特徴とする混合物。

100. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対して約30重量%から約70重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

101. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒のアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする混合物。

102. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒のアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする混合物。

103. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約15重量%から約80重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

104. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約30重量%から約70重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

105. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は実質的にゲル化した澱粉系バインダーを含むことを特徴とする混合物。

106. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は化工澱粉を含むことを特徴とする混合物。

107. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は、エステル化、エーテル化、酸化、酸性加水分解、架橋、及び酵素変換からなるグループから選択された一工程により化工された化工澱粉であることを特徴とする混合物。

108. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤はセルロースエーテルを含むことを特徴とする混合物。

109. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は、メチルヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシメチルエチルセルロース、カルボキシルメチルセルロース、メチルセルロース、エチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシエチルプロピルセルロース、ヒドロキシプロ

ピルメチルセルロース、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択されたセルロースエーテルであることを特徴とする混合物。

110. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、多糖類又は多糖類誘導体を含むことを特徴とする混合物。

111. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は、アルギン酸、藻膠質、寒天、アラビアゴム、グアーガム、ロッカスティビンゴム、カラヤゴム、キサンサンゴム、トラガカントゴム、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択された多糖類又は多糖類誘導体であることを特徴とする混合物。

112. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は蛋白質又は蛋白質誘導体を含むことを特徴とする混合物。

113. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該蛋白質又は蛋白質誘導体は、プロラミン、コラーゲン、ゼラチン、カゼイン、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

114. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は合成有機材料を含むことを特徴とする混合物。

115. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は、ポリビニールピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリビニールアルコール、ポリビニールメチルエーテル、ポリアクリル酸、ポリアクリル酸塩、ポリビニールアクリル酸、ポリビニールアクリル酸塩、ポリアクリルアミド、酸化エチレン重合体、ポリ乳酸、ラテックス、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択された合成有機材料であることを特徴とする混合物。

116. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は天然有機繊維を含むことを特徴とする混合物。

117. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維はセルロース繊維を含むことを特徴とする混合物。

118. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該

繊維は、堅木、軟木、再生紙繊維、アサ、綿、サイザルアサ、マニラアサ、及びバガスからなるグループから選択された一つの繊維源から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

119. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は無機繊維を含むことを特徴とする混合物。

120. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は、ガラス、グラファイト、シリカ、セラミック、及び金属からなるグループから選択された一つの材料から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

121. 請求項84項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

122. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物に対し約2重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

123. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約2重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

124. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約5重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

125. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約100:1であることを特徴とする混合物。

126. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約250:1であることを特徴とする混合物。

127. 請求項85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は約0.3mmから2mmまでの範囲であることを特徴とする混合物。

128. 請求項85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長

は少なくとも約2mmであることを特徴とする混合物。

129. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする混合物。

130. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする混合物。

131. 請求項84項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに無機骨材充填材を含むことを特徴とする混合物。

132. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材は炭酸カルシウムを含むことを特徴とする混合物。

133. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、

該無機骨材充填材は、砂、砂利、岩、石灰岩、砂岩、ガラスビーズ、マイカ、粘土、カオリン、合成粘土、アルミナ、シリカ、フライアッシュ、融解石英、薄層アルミナ、ミクロスフェア、二水和硫酸カルシウム、アルミ酸カルシウム、水和水硬セメント粒子、及び未水和水硬セメント粒子からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

134. 請求項85、86、又は131項項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材は、パーライト、蛭石、中空ガラス球、エーロゲル、キセロゲル、多孔セラミック球、ゾノトラ石、軽量膨張粘土、軽石、及び剥離された岩からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

135. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約20重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

136. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

137. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

138. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.1\text{m}^2/\text{g}$ から約 $400\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。

139. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.15\text{m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。

140. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.2\text{m}^2/\text{g}$ から約 $2\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。

141. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.5から約0.9の範囲にあることを特徴

とする混合物。

142. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.6から約0.8の範囲にあることを特徴とする混合物。

143. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに金型離型剤を含むことを特徴とする混合物。

144. 請求項143項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該金型離型剤は脂肪酸の塩を含むことを特徴とする混合物。

145. 請求項143項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該金型離型剤はステアリン酸マグネシウムを含むことを特徴とする混合物。

146. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに湿潤剤を含むことを特徴とする混合物。

147. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに分散剤を含むことを特徴とする混合物。

148. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに該澱粉系バインダーのゲル化を速める酵素を含むことを特徴とする混合物。

149. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さ

らに統合コーティング材料を含むことを特徴とする混合物。

150. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに統合シーリング材料を含むことを特徴とする混合物。

151. 請求項150項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該統合シーリング材料はポリビニールアルコールを含むことを特徴とする混合物。

152. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに可塑剤を含むことを特徴とする混合物。

153. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する

流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有することを特徴とする方法。

154. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程であって、取り出した製品にその後大きなコンディショニング工程を必要としないよう澱粉結合した細胞マトリックス内に十分な水分を残留させる工程と

を有することを特徴とする方法。

155. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、及び繊維を共に混合してプリブレンド混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該プリブレンド混合物内で該繊維を実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

実質的にゲル化していない澱粉系バインダーを該プリブレンド混合物にブレンドし澱粉系混合物を形成する工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有することを特徴とする方法。

156. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、繊維、及び無機骨材を含む澱粉系混合物を供する工程であり、ここで、該繊維は該混合物中で実質的に均一に分散し且つ該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%の範囲の濃度を有し、該無機骨材は該澱粉系混合物に対し約20重量%から約80重量%の範囲の濃度を有し、さらに水及び濃化剤は、少なくとも10Paの降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

加熱したダイを用いて該澱粉系混合物を所望する形状の工業製品に形成する工程であって、ここで該澱粉系混合物を加熱することにより、該澱粉系バインダ

一を実質的にゲル化し、少なくとも一部の水を蒸発により除去し、該澱粉系混合物の正味の体積増加を生じさせる工程と、

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有することを特徴とする方法。

157. 請求項153、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、その後大きなコンディショニング工程を必要とせず形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

158. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に可塑剤の添加を必要とせず形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

159. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した

細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に対し約2重量%以上の可塑剤を該澱粉系混合物に添加しなくても形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

160. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に対し約5重量%以上の可塑剤を該澱粉系混合物に添加しなくても形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

161. 請求項153、154、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は、まず、該水、濃化剤、及び繊維を用いて、該繊維が実質的に均一に分散するプリブレンド混合物を形成し、その後ゲル化していない澱粉系バインダーを該プリブレンド混合物に添加し澱粉系混合物を形成する工程を含むことを特徴とする方法。

162. 請求項161項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤はゲル化していない澱粉系バインダーを含み、該プリブレンド混合物は、まずゲル化していない澱粉系バインダーのゲル化温度以上に流体成分を加熱し該流体成分の降伏応力を上昇させ、次いで該流体成分内に繊維を分散させて形成されることを特徴とする方法。

163. 請求項161項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤はゲル化していない澱粉系バインダーを含み、該プリブレンド混合物は、

(a) ゲル化していない澱粉系バインダー、水、及び繊維を混合しプレミックスを形成し、

(b) ゲル化していない澱粉系バインダーのゲル化温度以上に該プレミックスを加熱し該流体成分の降伏応力を上昇させ、

(c) 該流体成分内で繊維を分散させる、

ことにより形成されることを特徴とする方法。

164. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した

細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、さらに、該製品が金型から取り出された後製品にコーティングを施す工程を含むことを特徴とする方法。

165. 請求項164項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリビニールアルコールでコートされることを特徴とする方法。

166. 請求項164項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリ乳酸でコートされることを特徴とする方法。

167. 請求項164項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリエチレンでコートされることを特徴とする方法。

168. 請求項164項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する

製品を製造する方法であって、該製品はワックスでコートされることを特徴とする方法。

169. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に金型離型剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

170. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に統合コーティング材料を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

171. 請求項170項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該形成工程は該統合コーティング材料の融点以上に該製品の表面を加熱する工程を含むことを特徴とする方法。

172. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に統合シーリング材料を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

173. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉

系混合物に湿潤剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

174. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に可塑剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

175. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約140℃から約240℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

176. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約150℃から約220℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

177. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約170℃か

ら約210℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

178. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約180℃から約200℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

179. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型は互いに温度の異なった雄ダイ及び雌ダイを含むことを特徴とする方法。

180. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型は温度勾配を有し、該澱粉系混合物が金型にある間に到達する温度を変化させることを特徴とする方法。

181. 請求項180項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該温度勾配は金型の幅方向にあることを特徴とする方法。

182. 請求項180項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該温度勾配は金型の長さ方向にあることを特徴とする方法。

183. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該澱粉系混合物から十分な水分が除去され該製品の湿気が該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約2重量%から約6重量%までの範囲になったとき金型から取り出されることを特徴とする方法。

184. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該澱粉系混合物から十分な水分が除去され該製品の湿気が該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約3重量%から約4重量%までの範囲になったとき金型から取り出されることを特徴とする方法。

185. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞

マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は、該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約20重量%から約80重量%までの範囲の無機骨材を該澱粉系混合物中で混合する工程を含むことを特徴とする方法。

186. 請求項185項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該無機骨材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

187. 請求項185項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該無機骨材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

188. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約1秒から約15分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出されることを特徴とする方法。

189. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約15秒から約5分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出さ

れることを特徴とする方法。

190. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約30秒から約2分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出されることを特徴とする方法。

191. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約25：1以上であることを特徴とする方法。

192. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約100：1以上であることを特徴とする方法。

193. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞

マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約250：1以上であることを特徴とする方法。

194. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約2mmであることを特徴とする方法。

195. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする方法。

196. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする方法。

197. 請求項153、154、又は155項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

198. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約2重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする

る方法。

199. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約3重量%から約10重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

200. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は高剪断混合機を用いて行われることを特徴とする方法。

201. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程はパドル混合機を用いて行われることを特徴とする方法。

202. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞

マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程はオーガ押し出し機を用いて行われることを特徴とする方法。

203. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分は濃化剤及び水を共にゲル化することにより形成されることを特徴とする方法。

204. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約10Paから約5000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

205. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約20Paから約2000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

206. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約50Paから約1000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

207. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約100Paから約500Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

208. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約250Paから約4000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

209. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約500Paから約3000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

210. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約1000Paから約2000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

211. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程の工程時間は約

30分以下であることを特徴とする方法。

212. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程の工程時間は約15分以下であることを特徴とする方法。

213. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程の工程時間は約5分以下であることを特徴とする方法。

214. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーは非化工澱粉を含むことを特徴とする方法。

215. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーはジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする方法。

216. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーは蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする方法。

217. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した

細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする方法。

218. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約35%以下であることを特徴とする方法。

219. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする方法。

220. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約5重量%から約50重量%までの範囲であることを特徴

とする方法。

221. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約10重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

222. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約15重量%から約30重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

223. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤は化工澱粉を含むことを特徴とする方法。

224. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該製品に吸入力を加えることにより金型から取り出されることを特徴とする方法。

225. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、さらに、形成工程の前に該澱粉系混合物の真空を部分的に引き該澱粉系混合物から空気孔を除去す

る工程を有することを特徴とする方法。

226. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造するシステムであって、該システムは、

流体成分及びその中に分散した固体成分からなる澱粉系混合物を形成する混合手段であって、該流体成分は水及び濃化剤を含み、該固体成分はゲル化していない澱粉系バインダー及び平均アスペクト比が少なくも約25:1で濃度が該澱粉系混合物に対して約1重量%から約40重量%までの範囲にある繊維を含み、また、該混合手段が該繊維を該澱粉系混合物中で実質的に均一に分散させるような降伏応力を有する流体成分を作る手段を備えた混合手段と、

該澱粉系混合物を工業製品の所望する形状に形成する成型手段であって、大

きく変形せずに製品を成型手段から取り出せるよう製品に十分な強度及び靱性を与えるため、該澱粉系混合物を加熱し、該澱粉系バインダーを十分にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去する手段をさらに備えた成型手段と、

製品を大きく変形せずに成型手段から製品を取り出す手段と

を備えたことを特徴とするシステム。

227. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有する方法で形成されることを特徴とする製品。

228. 請求項226又は227項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造するシステムであって、該システムはさらに該製品にコーティングを施す手段を含むことを特徴とするシステム。」

【手続補正書】

【提出日】 1997年4月25日

【補正内容】

「 請求の範囲

1. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは澱粉系バインダー、無機骨材充填材、及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維の平均アスペク

ト比は約25:1以上で、無機骨材充填材の濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約20重量%以上で、且つ該澱粉結合した細胞マトリックスの厚さは約1 cm以下であり、また該澱粉結合した細胞マトリックスは水に長期間浸けると劣化することを特徴とする工業製品。

2. 繊維強化し、無機物充填した、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは、ゲル化した澱粉系バインダー、該澱粉結合した細胞マトリックスに対して約20重量%から約80重量%までの範囲の濃度の無機骨材充填材、及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散し、平均長が約2 mmから約25 mmまでの範囲にあり、平均アスペクト比が約25:1以上で、濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対して約2 体積%から約80体積%までの範囲の繊維を含み、且つ該澱粉結合した細胞マトリックスの厚さは約5 mm以下で、また該澱粉結合した細胞マトリックスは水に長期間浸けると劣化することを特徴とする工業製品。

3. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは澱粉系バインダー及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維の平均長は約2 mm以上で、その平均アスペクト比は約25:1以上で、その濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対して約2 重量%から約80重量%までの範囲にあり、且つ該澱粉結合した細胞マトリックスの厚さは約1 cm以下で、また該澱粉結合した細胞マトリックスは水に長期間浸けると劣化することを特徴とする工業製品。

4. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは澱粉系バインダー及び該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散した繊維を含み、該繊維の平均長は約2 mm

以上で、その平均アスペクト比は約25:1以上で、その濃度は細胞マトリックスに対して約2 重量%から約80重量%までの範囲にあり、且つ該細胞マトリックスは外部被膜部及び内部発泡部を有し、該内部発泡部の密度は該外部被膜部の密度に比べ著しく低いことを特徴とする工業製品。

5. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリ

ックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは約5重量%以下の合成プラスチックを含むことを特徴とする工業製品。

6. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの曲げ強度は約1MPa以上であることを特徴とする工業製品。

7. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの引っ張り強度は約0.75MPa以上であることを特徴とする工業製品。

8. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの破損エネルギーは約300J/m²以上であることを特徴とする工業製品。

9. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した曲げ強度は約0.5MPa/(g/cm³)から約60MPa/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

10. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した曲げ強度は約1MPa/(g/cm³)から約40MPa/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

11. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した引っ張り強度は約0.5MPa/(g/cm³)から約30MPa/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

12. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリ

ックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した引っ張り強度は約0.75MPa/(g/cm³)から約20MPa/(g/cm³)までの範囲であることを特徴とする工業製品。

13. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリ

ックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した破損エネルギーは約 $1000 \text{ (J/m}^2\text{) / (g/cm}^3\text{)}$ から約 $10,000 \text{ (J/m}^2\text{) / (g/cm}^3\text{)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

14. 請求項1、2、3、又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、密度で規格化した破損エネルギーは約 $2000 \text{ (J/m}^2\text{) / (g/cm}^3\text{)}$ から約 $7500 \text{ (J/m}^2\text{) / (g/cm}^3\text{)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

15. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した曲げ強度は約 $5 \text{ MPa / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ から約 $100 \text{ MPa / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

16. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した曲げ強度は約 $10 \text{ MPa / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ から約 $75 \text{ MPa / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

17. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した引っ張り強度は約 $3 \text{ MPa / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ から約 $50 \text{ MPa / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

18. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した引っ張り強度は約 $4 \text{ MPa / (澱粉系バインダ$

ー成分重量比) から約 $30 \text{ MPa / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

19. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリッ

クスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した破損エネルギーは約 $2000 \text{ (J/m}^2\text{) / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ から約 $30,000 \text{ (J/m}^2\text{) / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

20. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの、澱粉系バインダー成分重量比で規格化した破損エネルギーは約 $3000 \text{ (J/m}^2\text{) / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ から約 $15,000 \text{ (J/m}^2\text{) / (澱粉系バインダー成分重量比)}$ までの範囲であることを特徴とする工業製品。

21. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品の破損前歪みは約 1 % から約 15 % までの範囲であることを特徴とする工業製品。

22. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品の破損前歪みは約 1 % から約 5 % までの範囲であることを特徴とする工業製品。

23. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの密度は約 0.05 g/cm^3 から約 1 g/cm^3 までの範囲であることを特徴とする工業製品。

24. 請求項 1、2、3 又は 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスの密度は約 0.15 g/cm^3 から約 0.25 g/cm^3 までの範囲であることを特徴とする工業製品。

25. 請求項 1、2、又は 3 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスは、外部被膜部及び内部発泡部を有し、該内部発泡部の密度は該外部被膜部の密度に比べ著しく低いことを特徴とする工業製品。

26. 請求項 4 項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層はピンホールをほとんど含まないことを特徴とする工業製品。

27. 請求項25項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層はピンホールをほとんど含まないことを特徴とする工業製品。
28. 請求項25項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層内の湿気を通すのに十分な大きさのピンホールの断面積は外部被膜層断面積の約15%以下であることを特徴とする工業製品。
29. 請求項25項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該外部被膜層内の湿気を通すのに十分な大きさのピンホールの断面積は外部被膜層断面積の約5%以下であることを特徴とする工業製品。
30. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、成型工程中にゲル化した非化工澱粉を含むことを特徴とする工業製品。
31. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、成型工程中にゲル化したジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする工業製品。
32. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、成型工程中にゲル化した蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする工業製品。
33. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする工業製品。
34. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする工業製品。
35. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは化工澱粉を含むことを特徴とする工業製品。

36. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーは、エステル化、エーテル化、酸化、酸性加水分解、架橋、及び酵素変換からなるグループから選択された一工程により化工された澱粉を含むことを特徴とする工業製品。

37. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約10重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

38. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

39. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は天然有機繊維を含むことを特徴とする工業製品。

40. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維はセルロース繊維を含むことを特徴とする工業製品。

41. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は、堅木、軟木、再生紙繊維、アサ、綿、サイザルアサ、マニラアサ、及びバガスからなるグループから選択された少なくとも一つの繊維源から誘導されたものであることを特徴とする工業製品。

42. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は無機繊維を含むことを特徴とする工業製品。

43. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維は、ガラス、グラファイト、シリカ、

セラミック、及び金属からなるグループから選択された一つの方法から誘導され

たものであることを特徴とする工業製品。

44. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約4重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

45. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約5重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

46. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約100:1であることを特徴とする工業製品。

47. 請求項1項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は約0.3mmから2mmまでの範囲であることを特徴とする工業製品。

48. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする工業製品。

49. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする工業製品。

50. 請求項3項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、さらに無機骨材充填材を含むことを特徴とする工業製品。

51. 請求項4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、さらに無機骨材充填材を含むことを特徴とする工業製品。

52. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は炭酸カルシウムを含むことを特徴とする工業製品。

53. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は、砂、砂利、岩、石灰岩、

砂岩、ガラスビーズ、マイカ、粘土、カオリン、合成粘土、アルミナ、シリカ、フライアッシュ、融解石英、薄層アルミナ、ミクロスフェア、二水和硫酸カルシウム、アルミ酸カルシウム、水和水硬セメント粒子、及び未水和水硬セメント粒子からなるグループから選択されることを特徴とする工業製品。

54. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材は、パーライト、蛭石、中空ガラス球、エーロゲル、キセロゲル、多孔セラミック球、ゾノトラ石、軽量膨張粘土、軽石、及び剥離された岩からなるグループから選択されることを特徴とする工業製品。

55. 請求項50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約20重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

56. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

57. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の濃度は澱粉結合した細胞マトリックスに対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする工業製品。

58. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の比表面積は約0.1m²/gから約400m²/gまでの範囲であることを特徴とする工業製品。

59. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の比表面積は約0.15m²/gから約50m²/gまでの範囲であることを特徴とする工業製品。

60. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリッ

クスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.5から約0.9までの範囲であることを特徴とする工業製品。

61. 請求項1、2、50又は51項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.6から約0.8までの範囲であることを特徴とする工業製品。

62. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスはさらに湿潤剤を含むことを特徴とする工業製品。

63. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、さらに該製品の表面にコーティングを有することを特徴とする工業製品。

64. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングは該製品をより耐水性にすることを特徴とする工業製品。

65. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングは該製品をより耐油性にすることを特徴とする工業製品。

66. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはワックスを含むことを特徴とする工業製品。

67. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはポリエチレンを含むことを特徴とする工業製品。

68. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはポリ乳酸を含むことを特徴とする工業製品。

69. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはセラックを含むことを特徴とする工業製品。

70. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはエチルセルロースを含むことを特徴とする

工業製品。

71. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはポリビニールアルコールを含むことを特徴とする工業製品。

72. 請求項63項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該コーティングはステアリン酸マグネシウムを含むことを特徴とする工業製品。

73. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該澱粉結合した細胞マトリックスはさらに統合シーリング材料を含むことを特徴とする工業製品。

74. 請求項73項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該統合シーリング材料はポリビニールアルコールを含むことを特徴とする工業製品。

75. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は食料用又は飲料用容器を含むことを特徴とする工業製品。

76. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は水密性容器を含むことを特徴とする工業製品。

77. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は貝殻容器の形状を有することを特徴とする工業製品。

78. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品はカートの形状を有することを特徴とする工業製品。

79. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は箱の形状を有することを特徴とする工業製品。

80. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリッ

クスを有する工業製品であって、該製品はコップの形状を有することを特徴とする工業製品。

81. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は皿の形状を有することを特徴とする工業製品。

82. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は碗の形状を有することを特徴とする工業製品。

83. 請求項1、2、3又は4項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該製品は盆の形状を有することを特徴とする工業製品。

84. 澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合物は、実質的にゲル化していない非化工澱粉粒、水、濃化剤、及び繊維を含み、該繊維の平均長は約2mm以上、その平均アスペクト比は約25:1以上で、該水及び該濃化剤は降伏応力を有する流体成分を含むため、該繊維は該澱粉系混合物中で実質的に均一に分散し、且つ該混合物は、該澱粉粒のゲル化及びそれに引き続き行われる該澱粉系混合物からの少なくとも部分的水分の蒸発除去工程により該澱粉結合した細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

85. 澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合物は、実質的にゲル化していない非化工澱粉粒、水、濃化剤、無機充填材、及び繊維を含み、該無機充填材の濃度は該澱粉系混合物に対し約20重量%から約80重量%までの範囲で、該繊維の平均アスペクト比は少なくとも約25:1以上、その濃度は該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%までの範囲で、該水及び該濃化剤は降伏応力を有する流体成分を含むため該繊維は該澱粉系混合物中で実質的に均一に分散し、且つ該混合物は、該澱粉粒のゲル化及びそれに引き続き行われる該澱粉系混合物からの少なくとも部分的水分の蒸発除去工程により該澱粉結合した細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

86. 澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品に成型される繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合物は、流体成分及びその中に分散された固体成分を含み、該流体成分は水、離型剤、及び該流体成分の降伏応力が約100Paから約500Paの範囲になるような濃度を有するゲル化した澱粉系バインダーを含み、該固体成分は実質的にゲル化していない非化工澱粉粒、濃度が該澱粉系混合物に対して約5重量%から約50重量%までの範囲にある無機充填材、及び平均アスペクト比が少なくも約25:1、平均長が少なくも約2mm、濃度が該澱粉系混合物に対して約1重量%から約40重量%までの範囲にある繊維を含み、該ゲル化した澱粉系バインダー及び該ゲル化していない澱粉粒の全濃度は該澱粉系混合物に対して約10重量%から約80重量%までの範囲にあり、該流体成分は、該繊維が該澱粉系混合物中を実質的に均一に分散するような降伏応力を持ち、且つ該混合物は、該ゲル化していない澱粉系粒のゲル化及びそれに引き続き行われる該澱粉系混合物からの少なくも部分的水分の蒸発除去工程により該澱粉結合した細胞マトリックスに形成されることを特徴とする混合物。

87. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約30重量%以上であることを特徴とする混合物。

88. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約50重量%以上であることを特徴とする混合物。

89. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の降伏応力は約10Paから約5000Paの範囲であることを特徴とする混合物。

90. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の降伏応力が約100Paから約500Paの範囲であることを特徴とする混合物。

91. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 $1000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。

92. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該流体成分の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $30\text{ Pa}\cdot\text{s}$ から約 200 P

a・sの範囲であることを特徴とする混合物。

93. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉系混合の降伏応力が約250Paから約4000Paの範囲であることを特徴とする混合物。

94. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉混合の見かけの粘性が剪断速度 5 s^{-1} で測定して約 $50 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ から約 $2000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲であることを特徴とする混合物。

95. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒はジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする混合物。

96. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒は蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする混合物。

97. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒の濃度は該澱粉系混合物に対して約5重量%から約50重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

98. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒の濃度は該澱粉系混合物に対して約10重量%から約40重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

99. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対して約10重量%から約80重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

100. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対して約30重量%から約70重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

101. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該澱粉粒のアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする混合物。

102. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該

澱粉粒のアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする混合物。

103. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約15重量%から約80重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

104. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該水の濃度は該澱粉系混合物に対して約30重量%から約70重量%までの範囲にあることを特徴とする混合物。

105. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は実質的にゲル化した澱粉系バインダーを含むことを特徴とする混合物。

106. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は化工澱粉を含むことを特徴とする混合物。

107. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は、エステル化、エーテル化、酸化、酸性加水分解、架橋、及び酵素変換からなるグループから選択された一工程により化工された化工澱粉であることを特徴とする混合物。

108. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤はセルロースエーテルを含むことを特徴とする混合物。

109. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は、メチルヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシメチルエチルセルロース、カルボキシルメチルセルロース、メチルセルロース、エチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシエチルプロピルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択されたセルロースエーテルであることを特徴とする混合物。

110. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、多糖類又は多糖類誘導体を含むことを特徴とする混合物。

111. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は、アルギン酸、藻膠質、寒天、アラビアゴム、グアーガム、ロッカスティビンゴム、カラヤゴム、キサンサンゴム、トラガカントゴム、及びそれらの混合物又

は誘導体からなるグループから選択された多糖類又は多糖類誘導体であることを特徴とする混合物。

112. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は蛋白質又は蛋白質誘導体を含むことを特徴とする混合物。

113. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該蛋白質又は蛋白質誘導体は、プロラミン、コラーゲン、ゼラチン、カゼイン、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。

114. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は合成有機材料を含むことを特徴とする混合物。

115. 請求項84又は85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該濃化剤は、ポリビニールピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリビニールアルコール、ポリビニールメチルエーテル、ポリアクリル酸、ポリアクリル酸塩、ポリビニールアクリル酸、ポリビニールアクリル酸塩、ポリアクリルアミド、酸化エチレン重合体、ポリ乳酸、ラテックス、及びそれらの混合物又は誘導体からなるグループから選択された合成有機材料であることを特徴とする混合物。

116. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は天然有機繊維を含むことを特徴とする混合物。

117. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維はセルロース繊維を含むことを特徴とする混合物。

118. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は、堅木、軟木、再生紙繊維、アサ、綿、サイザルアサ、マニラアサ、及びバガスからなるグループから選択された一つの繊維源から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

119. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は無機繊維を含むことを特徴とする混合物。

120. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は、ガラス、グラファイト、シリカ、セラミック、及び金属からなるグルー

プから選択された一つの材料から誘導されたものであることを特徴とする混合物。

121. 請求項84項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

122. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物に対し約2重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

123. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約2重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

124. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約5重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。

125. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約100:1であることを特徴とする混合物。

126. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維のアスペクト比は少なくとも約250:1であることを特徴とする混合物。

127. 請求項85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は約0.3mmから2mmまでの範囲であることを特徴とする混合物。

128. 請求項85項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は少なくとも約2mmであることを特徴とする混合物。

129. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする混合物。

130. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする混合物。

131. 請求項84項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに無機骨材充填材を含むことを特徴とする混合物。

132. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材は炭酸カルシウムを含むことを特徴とする混合物。
133. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材は、砂、砂利、岩、石灰岩、砂岩、ガラスビーズ、マイカ、粘土、カオリン、合成粘土、アルミナ、シリカ、フライアッシュ、融解石英、薄層アルミナ、ミクロスフェア、二水和硫酸カルシウム、アルミ酸カルシウム、水和水硬セメント粒子、及び未水和水硬セメント粒子からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。
134. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材は、パーライト、蛭石、中空ガラス球、エーロゲル、キセロゲル、多孔セラミック球、ゾノトラ石、軽量膨張粘土、軽石、及び剥離された岩からなるグループから選択されることを特徴とする混合物。
135. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約20重量%から約80重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。
136. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。
137. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする混合物。
138. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.1\text{m}^2/\text{g}$ から約 $400\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。
139. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の比表面積は約 $0.15\text{m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。
140. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該



無機骨材充填材の比表面積は約 $0.2\text{m}^2/\text{g}$ から約 $2\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあることを特徴とする混合物。

141. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.5から約0.9の範囲にあることを特徴とする混合物。

142. 請求項85、86、又は131項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該無機骨材充填材の自然充填密度は約0.6から約0.8の範囲にあることを特徴とする混合物。

143. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに金型離型剤を含むことを特徴とする混合物。

144. 請求項143項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該金型離型剤は脂肪酸の塩を含むことを特徴とする混合物。

145. 請求項143項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該金型離型剤はステアリン酸マグネシウムを含むことを特徴とする混合物。

146. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに湿潤剤を含むことを特徴とする混合物。

147. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに分散剤を含むことを特徴とする混合物。

148. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに該澱粉系バインダーのゲル化を速める酵素を含むことを特徴とする混合物。

149. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに統合コーティング材料を含むことを特徴とする混合物。

150. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに統合シーリング材料を含むことを特徴とする混合物。

151. 請求項150項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、該統合シーリング材料はポリビニールアルコールを含むことを特徴とする混合物。

152. 請求項84、85、又は86項に記載の繊維充填した澱粉系混合物であって、さらに可塑剤を含むことを特徴とする混合物。

153. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有することを特徴とする方法。

154. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程であって、取り出した製品にその後大きなコンディショニング工程を必要としないよう澱粉結合した細胞マトリックス内に十分な水分を残留させる工程とを有することを特徴とする方法。

155. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該方法は、

水、濃化剤、及び繊維を共に混合してプリブレンド混合物を形成する工程で

あつて、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該プリブレンド混合物内で該繊維を実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

実質的にゲル化していない澱粉系バインダーを該プリブレンド混合物にブレンドし澱粉系混合物を形成する工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有することを特徴とする方法。

156. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であつて、該方法は、

水、濃化剤、ゲル化していない澱粉系バインダー、繊維、及び無機骨材を含む澱粉系混合物を供する工程であり、ここで、該繊維は該混合物中で実質的に均一に分散し且つ該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%の範囲の濃度を有し、該無機骨材は該澱粉系混合物に対し約20重量%から約80重量%の範囲の濃度を有し、さらに水及び濃化剤は、少なくとも10Paの降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

加熱したダイを用いて該澱粉系混合物を所望する形状の工業製品に形成する工程であつて、ここで該澱粉系混合物を加熱することにより、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化し、少なくとも一部の水を蒸発により除去し、該澱粉系混合物の正味の体積増加を生じさせる工程と、

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該金型から形成された製品を取り出す工程と

を有することを特徴とする方法。

157. 請求項153、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であつて、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、その後大きなコンディショニング工程を必要とせず

形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

158. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に可塑剤の添加を必要とせず形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

159. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に対し約2重量%以

上の可塑剤を該澱粉系混合物に添加しなくても形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

160. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該水分除去工程において製品内に十分な水分が残されるため、該澱粉系混合物に対し約5重量%以上の可塑剤を該澱粉系混合物に添加しなくても形成された製品は適当な強度を有することを特徴とする方法。

161. 請求項153、154、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は、まず、該水、濃化剤、及び繊維を用いて、該繊維が実質的に均一に分散するプリブレンド混合物を形成し、その後ゲル化していない澱粉系バインダーを該プリブレンド混合物に添加し澱粉系混合物を形成する工程を含むことを特徴とする方法。

162. 請求項161項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤はゲル化していない澱粉系バインダーを含み、該プリブレンド混合物は、まずゲル化していない澱粉系バインダーのゲル化温度以上に流体成分を加熱し該流体成分の降伏応力を上昇させ、次いで該流体成分内に繊維を分散させて形成されることを特徴とする方法。

163. 請求項161項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤はゲル化していない澱粉系バインダーを含み、該プリブレンド混合物は、

(a) ゲル化していない澱粉系バインダー、水、及び繊維を混合しプレミックスを形成し、

(b) ゲル化していない澱粉系バインダーのゲル化温度以上に該プレミックスを加熱し該流体成分の降伏応力を上昇させ、

(c) 該流体成分内で繊維を分散させる、

ことにより形成されることを特徴とする方法。

164. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、さらに、該製品が金型から取り出された後製品にコーティングを施す工程を含むことを特徴とする

方法。

165. 請求項164項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリビニールアルコールでコートされることを特徴とする方法。

166. 請求項164項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリ乳酸でコートされることを特徴とする方法。

167. 請求項164項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はポリエチレンでコートされることを特徴とする方法。

168. 請求項164項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品はワックスでコートされることを特徴とする方法。

169. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に金型離型剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

170. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に統合コーティング材料を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

171. 請求項170項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該形成工程は該統合コーティング材料の融点以上に該製品の表面を加熱する工程を含むことを特徴とする方法。

172. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に統合シーリング材料を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

173. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に湿潤剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

174. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した

細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は該澱粉系混合物に可塑剤を添加する工程を含むことを特徴とする方法。

175. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約140℃から約240℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

176. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約150℃から約220℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

177. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約170℃から約210℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

178. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型の温度は約180℃から約200℃までの範囲にあることを特徴とする方法。

179. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型は互いに温度の異なった雄ダイ及び雌ダイを含むことを特徴とする方法。

180. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞

マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該金型は温度勾配を有し、該澱粉系混合物が金型にある間に到達する温度を変化させることを特徴とする方法。

181. 請求項180項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該温度勾配は金型の幅方向にあることを特徴とする方法。

182. 請求項180項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該温度勾配は金型の長さ方向にあることを特徴とする方法。

183. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該澱粉系

混合物から十分な水分が除去され該製品の湿気が該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約2重量%から約6重量%までの範囲になったとき金型から取り出されることを特徴とする方法。

184. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該澱粉系混合物から十分な水分が除去され該製品の湿気が該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約3重量%から約4重量%までの範囲になったとき金型から取り出されることを特徴とする方法。

185. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は、該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約20重量%から約80重量%までの範囲の無機骨材を該澱粉系混合物中で混合する工程を含むことを特徴とする方法。

186. 請求項185項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該無機骨材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成分に対し約30重量%から約70重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

187. 請求項185項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該無機骨材の濃度は該澱粉系混合物内の全固体成

分に対し約40重量%から約60重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

188. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約1秒から約15分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出されることを特徴とする方法。

189. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約15秒から約5分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出されることを特徴とする方法。

190. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した

細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該金型に入れられた後約30秒から約2分までの範囲の時間経過後に該金型から取り出されることを特徴とする方法。

191. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約25:1以上であることを特徴とする方法。

192. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約100:1以上であることを特徴とする方法。

193. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均アスペクト比は約250:1以上であることを特徴とする方法。

194. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約2mmであることを特徴とする方法。

195. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約3.5mmであることを特徴とする方法。

196. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の平均長は少なくとも約6.5mmであることを特徴とする方法。

197. 請求項153、154、又は155項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約1重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

198. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約2重量%から約20重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

199. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した

細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該繊維の濃度は該澱粉系混合物に対し約3重量%から約10重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

200. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程は高剪断混合機を用いて行われることを特徴とする方法。

201. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程はパドル混合機を用いて行われることを特徴とする方法。

202. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程はオーガ押し出し機を用いて行われることを特徴とする方法。

203. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分は濃化剤及び水を共にゲル化することにより形成されることを特徴とする方法。

204. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約10Paから約5000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。

205. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約20Paから約2000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。
206. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約50Paから約1000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。
207. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該流体成分の降伏応力は約100Paから約500Paまでの範囲であることを特徴とする方法。
208. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約250Paから約4000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。
209. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約500Paから約3000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。
210. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系混合物の降伏応力は約1000Paから約2000Paまでの範囲であることを特徴とする方法。
211. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程の工程時間は約30分以下であることを特徴とする方法。
212. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程の工程時間は約15分以下であることを特徴とする方法。
213. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該混合工程の工程時間は約5分以下であることを特徴とする方法。
214. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞

マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーは非化工澱粉を含むことを特徴とする方法。

215. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーはジャガイモ澱粉又はジャガイモ澱粉誘導体を含むことを特徴とする方法。

216. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーは蠟トウモロコシ澱粉又は蠟トウモロコシ澱粉誘導体を含むことを特徴とする方法。

217. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約45%以下であることを特徴とする方法。

218. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約35%以下であることを特徴とする方法。

219. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーのアミロース成分は約25%以下であることを特徴とする方法。

220. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約5重量%から約50重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

221. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約10重量%から約40重量%までの範囲であることを特徴とする方法。

222. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該澱粉系バインダーの濃度は該澱粉系混合物に対し約15重量%から約30重量%までの範囲であることを特徴

とする方法。

223. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該濃化剤は化工澱粉を含むことを特徴とする方法。

224. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、該製品は、該製品に吸入力を加えることにより金型から取り出されることを特徴とする方法。

225. 請求項153、154、155、又は156項に記載の繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を製造する方法であって、さらに、形成工程の前に該澱粉系混合物の真空を部分的に引き該澱粉系混合物から空気孔を除去する工程を有することを特徴とする方法。

226. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、

該細胞マトリックスは、

水、濃化剤、実質的にゲル化していない非化工澱粉系バインダー、無機骨材充填材、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後形成された製品を該金型から取り出すことにより、繊維強化し、無機物充填した、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を得る工程であって、該繊維は該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散し、またその平均アスペクト比は約25:1以上であり、該無機骨材充填材の濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対し約20重量%以上で、且つ該澱粉結合した細胞マトリックスの厚さは約1 cm以下で、また該澱粉結合した細胞マトリックスは水に長期間浸けると劣化する工程と

を有する方法で形成されることを特徴とする工業製品。

227. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは、

水、濃化剤、実質的にゲル化していない非化工澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該形成された製品を金型から取り出すことにより、繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を得る工程であって、該繊維は該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散し、その平均長は約2mm以上、その平均アスペクト比は約25:1以上、

その濃度は該澱粉結合した細胞マトリックスに対して約2重量%から約80重量%までの範囲にあり、且つ該澱粉結合した細胞マトリックスの厚さは約1cm以下で、また該澱粉結合した細胞マトリックスは水に長期間浸けると劣化する工程と

を有する方法で形成されることを特徴とする工業製品。

228. 繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する工業製品であって、該細胞マトリックスは、

水、濃化剤、実質的にゲル化していない非化工澱粉系バインダー、及び繊維を共に混合して澱粉系混合物を形成する工程であって、ここで水及び濃化剤は、該混合工程中に該繊維を該澱粉系混合物内で実質的に均一に分散させ得る降伏応力を有する流体成分を含む工程と、

該澱粉系混合物を金型中で加熱し、該澱粉系バインダーを実質的にゲル化させ且つ少なくとも一部の水を蒸発により除去することにより該混合物を該工業製品の所望する形状に形成する工程と、及び

該澱粉系混合物から大部分の水を除去した後該形成された製品を金型から取り出すことにより、繊維強化し、澱粉結合した細胞マトリックスを有する製品を

得る工程であって、該繊維は該澱粉結合した細胞マトリックス内で実質的に均一に分散し、その平均長は約2mm以上、その平均アスペクト比は約25:1以上、その濃度は該細胞マトリックスに対して約2重量%から約80重量%までの範囲にあり、且つ該細胞マトリックスは外部被膜部及び内部発泡部を有し、該内部発泡部の密度は該外部被膜部の密度に比べ著しく低い工程とを有する方法で形成されることを特徴とする工業製品。」

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US95/11621

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : B29C 65/00; B32B 3/26; C08J 9/28 US CL : Please See Extra Sheet. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
|--|--|--|
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 264/45.3, 53; 428/292, 312.4, 312.6, 313.9, 317.9, 532; 521/64, 84.1 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) NONE | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | WO, A, 91/12186 (FRANZ HAAS WAFFELMASCHINEN INDUSTRIEGESELLSCHAFT M.B.H.) 22 August 1991, see entire document. | 106-196 |
| Y | | 1-105, 197-272 |
| Y | US, A, 5,272,181 (BOEHMER ET AL.) 21 December 1993, see entire document. | 1-105, 197-272 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 16 NOVEMBER 1995 | | Date of mailing of the international search report 12 DEC 1995 |
| Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230 | | Authorized officer <i>Blaine R. Copenhaver</i> BLAINE R. COPENHAVER Telephone No. (703) 308-2351 |

(284)

特表平 11-504950

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US95/11621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:
US CL :

264/45.3, 53; 428/292, 312.4, 312.6, 313.9, 317.9, 532; 521/64, 84.1

フロントページの続き

(51) Int. Cl. °
 // A 4 7 G 19/00
 B 2 9 K 105:04
 105:06
 B 6 5 D 65/40

識別記号

F I
 B 6 5 D 65/40 F
 B 2 9 C 67/22

(31) 優先権主張番号 0 8 / 3 5 3, 5 4 4

(32) 優先日 1994年12月9日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 0 8 / 3 5 3, 7 8 3

(32) 優先日 1994年12月9日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, MW, SD, SZ, UG), AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, C H, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, M K, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TT, UA, UG, UZ, VN

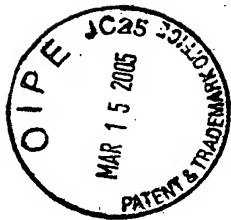
(72) 発明者 ホドソン サイモン ケイ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 93105 サンタバーバラ ジュニペロ プ
 ラザ 320

【要約の続き】

され、選択的に制御された発泡構造マトリックスを有し
 所望する形状をもつ形状安定な製品が作られる。このよ
 うな製品は、紙、ボール紙、ポリスチレン、プラスチック、又は他の有機系材料といった従来の材料から現在作
 られている製品と置き換えることが可能で、特に食料及
 び飲料用容器のような容器の大量生産に有用である。



THIS PAGE BLANK (USPTO)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)